

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Outokumpu Tornio Works Oy:n kylmävalssaamo 2  
telahiomakoneiden ennakkohuoltosuunnitelma ja varaosakartoitus

Tanja Miettunen

Tuotantotalouden koulutusohjelman opinnäytetyö

Insinööri(AMK)

KEMI 2012

## ALKUSANAT

Haluan kiittää kunnossapitoinsinööriä Niko Alaluusuaa ja kunnossapidon työnsuunnittelijaa Kimmo Aholaa työn aiheesta ja työn aikana saaduista neuvoista sekä ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää vastaavaa mestaria Ilpo Matinlassia, työnsuunnittelijaa Tommi Jaakoa ja kenttätöyönjohtajaa Jani Prykäriä työn aikana saaduista neuvoista. Kiitokset vielä hiomon henkilökunnalle, asentajille ja kaikille, jotka ovat olleet osallisena työn etenemisessä. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta haluan kiittää työn ohjaajaa Tuomo Palokangasta.

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	Tuotantotalous
Koulutusohjelma	Tanja Miettunen
Opinnäytetyön tekijä	Outokumpu Tornio Works Oy:n kylmävalssaamo
Opinnäytetyön nimi	2 telahiomakoneiden ennakkohuoltosuunnitelma ja varaosakartoitus
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	21.2.2012
sivumäärä	54 + 36 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Tuomo Palokangas
Yritys	Outokumpu Tornio Works Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Niko Alaluusua, Kimmo Ahola

Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Tornio Works Oy:n kylmävalssaamo 2 valssihiomoon. Työn tavoitteena oli suunnitella uusi ennakkohuolto-ohjelma valssihiomon neljälle pienelle telahiomakoneelle ja tehdä hiomakoneiden varaosille varaosakartoitus. Varaosakartoituksen tavoitteena oli saada hyvä yleiskuvaus hiomakoneiden nykyisestä varaosatilanteesta.

Työ aloitettiin tutustumalla hiomakoneiden vikahistoriaan viimeisen seitsemän vuoden ajalta. Viat ja häiriöt kohdistettiin tarkemmin hiomakoneiden eri laiteosille, jolloin saatiin tarkempi käsitys siitä, mitkä laiteosat aiheuttavat eniten häiriöitä. Vikahistoriaan tutustumisen jälkeen hiomakoneille tehtiin RCM-analyysi. RCM-analyysin tulosten perusteella hiomakoneille suunniteltiin uusi ennakkohuolto-ohjelma ja määritettiin kriittisimmät varaosat. Varaosien selvitystä jatkettiin keräämällä kuti-historiasta nimikkeitä, jotka oli otettu varastosta hiomakoneille.

Hiomakoneiden varaosille tehtiin ABC-analyysi, jossa varaosat jaettiin kolmeen eri luokkaan niiden viimeisen 2,5 vuoden euromääräisen kulutuksen mukaan. Uusi ennakkohuolto-ohjelma kattaa tarvittavat huoltotyöt kolmen viikon välein tehtävissä päiväseisokeissa ja puolen vuoden välein tehtävissä vuosihuolloissa. Lisäksi työn tuloksena syntyi lista hiojille tarkoitetuista huoltotöistä.

Asiasanat: telahiomakone, kunnossapito, RCM, ABC-analyysi.

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Industrial Management
Name	Tanja Miettunen
Title	Preventive Maintenance Plan and Spare Parts Inventory for the Roll Grinding Machines of Outokumpu Tornio Works Cold Rolling Mill 2
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	21 February 2012
Pages	54 + 36 appendixes
Instructor	Tuomo Palokangas, MSc, Industrial Engineering
Company	Outokumpu Tornio Works
Supervisor from Company	Niko Alaluusua BSc (Mech. Eng.) Kimmo Ahola BSc (Mech. Eng.)

This Bachelor's Thesis was carried out for the Outokumpu Tornio Works Cold Rolling Mill 2. The aim of the thesis was to develop a new preventive maintenance program for the four roll grinding machines and make a spare parts inventory. The target of the spare parts inventory was to get a good overview of the situation of the current spare parts.

The thesis was started by studying the fault history of those four roll grinding machines during the course of the last seven years. Faults and failures were targeted at different sections of roll grinding machines that helped to get more accurate picture of what causes the most problems. The next step was to do an RCM analysis. The new preventive maintenance program was planned by using the results of the RCM analysis. The most critical spare parts were also defined by the RCM analysis. The research of the spare parts was continued by going through the whole warehouse history of the spare parts of all roll grinding machines.

In addition, an ABC analysis was executed on the spare parts of the roll grinding machines categorized to three classes on the basis of the consumption in euros during the last 2.5 years. The new preventive maintenance program includes the required maintenance tasks for the day stoppages carried out every three weeks and the annual service twice a year. Another result of the thesis was the list of service tasks for the grinders.

Keywords: roll grinding machine, maintenance, RCM, ABC analysis.

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	I
TIIVISTELMÄ .....	II
ABSTRACT .....	III
SISÄLLYSLUETTELO .....	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	V
1. JOHDANTO .....	1
2. KUNNOSSAPITO .....	3
2.1. Kunnossapitolajit .....	4
2.1.1. Ehkäisevä kunnossapito .....	5
2.1.2. Kunnostaminen .....	6
2.1.3. Parantava kunnossapito .....	6
2.1.4. Häiriökorjaukset .....	7
2.2. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM .....	7
2.2.1. Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon historia .....	9
2.2.2. RCM:n päämäärät .....	10
2.3. Laitteiden kriittisyyden arviointi .....	10
3. KUNNOSSAPIDON MATERIAALIOLOGISTIIKKA .....	13
3.1. Materiaalitarpeen ennustaminen .....	15
3.2. Työmaalogistiikka .....	15
3.3. Varastologistiikka .....	16
3.4. ABC-analyysi .....	18
4. RAP 5 -LINJA JA VALSSIHIOMO .....	21
4.1. RAP 5 -linja .....	21
4.2. Valssihiomo .....	23
4.3. Hionta .....	26
4.4. Telahiomakone .....	27
4.5. Herkules WS 250 x 2750 CNC -telahiomakoneen tekniset tiedot .....	31
5. HIOMAKONEIDEN KUNNOSSAPITO .....	32
5.1. Hiomakoneiden RCM-analyysi .....	33
5.2. Hiomakoneiden häiriöt .....	35
5.2.1. Hiomakone 1 .....	36
5.2.2. Hiomakone 2 .....	37
5.2.3. Hiomakone 3 .....	38
5.2.4. Hiomakone 4 .....	39
5.2.5. Yhteenveto hiomakoneiden häiriöistä .....	40
5.3. Ennakkohuoltosuunnitelma .....	43
6. HIOMAKONEIDEN VARAOSIEN TARKASTELU .....	44
6.1. Kunnossapitonimikkeiden selvittäminen .....	45
6.2. ABC-analyysi hiomakoneiden varaosille .....	47
7. YHTEENVETO .....	50
8. LÄHDELUETTELO .....	51
9. LIITELUETTELO .....	54

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CNC	Computerized Numerical Control, tietokoneistettu numeerinen ohjaus
RCM	Realibility Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
kuti	Kunnossapidon tietojärjestelmä
RAP 5	Rolling – Annealing – Pickling, Outokumpu Tornio Worksin kylmävalssaamo 2
MTTR	Mean Time To Repair, Arvioitu korjauksen kesto
MTTF	Mean Time To Failure, Arvioitu vikaväli
SAP	Systems Applications and Products in data Processing, tiedonhallintajärjestelmä
sako	SAP – koodi

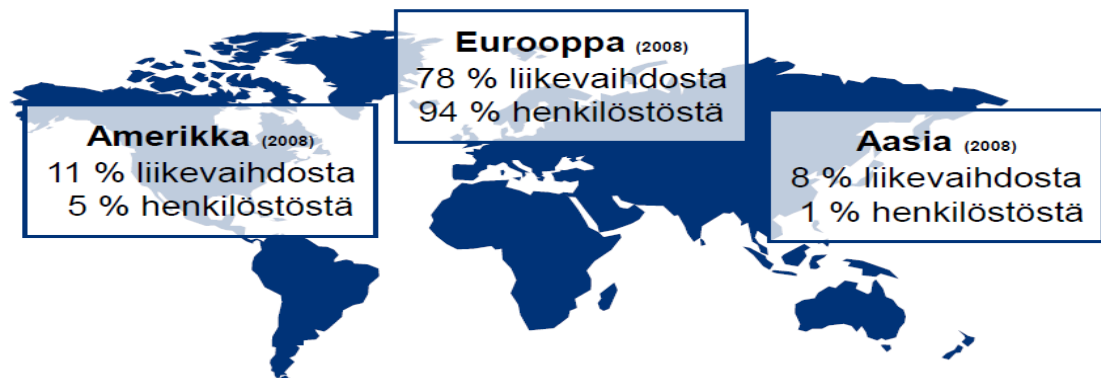
## 1. JOHDANTO

Outokumpu Tornio Worksin RAP 5 -linjalla tuotetaan ruostumatonta teräsnauhaa. Linjassa on yhdistetty perinteisesti erillisinä toimivat valssaus-, hehkutus- ja peittausprosessit. RAP 5 -linjalla kylmävalssataan ensimmäisen kierroksen mustaa ja toisen kierroksen kirkasta ruostumatonta teräsnauhaa kolmetuolisella tandem-valssaimella. Valssain on ns. Z-korkea ja yhdessä tuolissa on yhteensä kymmenen valssia: kaksi tukivalssia, kaksi välivalssia, kaksi työvalssia ja neljä sivutukivalssia. Teräsnauhan hyvä pinnanlaatu edellyttää valsseilta hyvää kuntoa. Valssit vaihdetaan ja hiotaan säännöllisin väliajoin. Valssien vaihtorajat määräytyvät valssauspituuden mukaan, työvalsseilla vaihtoväli on keskimäärin 5 km, välivalsseilla ja sivutukivalsseilla 250 km ja tukivalsseilla 2500 km. Valssien hionta tapahtuu valssihiomossa viidellä hiomakoneella, joista neljä on tarkoitettu tandem-valssaimen työvalssien ja sivutukivalssien hiontaan. Viidennellä hiomakoneella hiotaan tukivalsseja ja välivalsseja sekä viimeistelyvalssaimen työvalsseja.

Tämän työn tavoitteena on suunnitella tandem-valssaimen työvalssien ja sivutukivalssien hiontaan tarkoitetuille Herkules WS 250 x 2750 CNC -hiomakoneille, joita kutsutaan myös pieniksi hiomakoneiksi, uusi ennakkohuolto-ohjelma ja tehdä varaosakartoitus. Ennakkohuoltolistoja tehdään kolme erilaista. Ensimmäisessä listassa on joka kuudes viikko tehtävät huoltotyöt, eli työt jotka suoritetaan päiväseisokissa. RAP 5 -linjalla on työpäivän mittainen huoltoseisokki joka kolmas viikko. Jokaisessa huoltoseisokissa huolletaan kaksi neljästä hiomakoneesta. Toisessa listassa on vuoden välein tehtävät huoltotyöt, eli työt jotka suoritetaan vuosihuolloissa. Vuosihuolto on kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. Kolmas ennakkohuoltolista on tarkoitettu hiojien käyttöön eli siinä on käyttäjäkierrosten aikana tapahtuvat huoltotyöt. Hiomakoneiden rajallinen kapasiteetti ja työvalssien tiheä vaihtoväli vaativat hiomakoneilta hyvää käytettävyyttä ja näin ollen ennakoiva kunnossapito on erittäin tärkeä tekijä valssien hionnassa.

## Toimeksiantajan esittely

Outokumpu Oyj on suomalainen metalliteollisuuskonserni, jonka toiminta keskittyy teräkseen ja teknologiaan. Outokumpu Oyj muodostuu viidestä liiketoimintayksiköstä, joita ovat Tornio Works, Special Coil, Special Plate, Long Products ja Tubular Products. Henkilöstömäärä on reilut 8100 työntekijää noin 30:ssä eri maassa. Vuoden 2010 liikevaihto oli 4 229 miljoonaa euroa. Kuvassa 1 näkyy Outokummun liikevaihdon ja henkilöstön jakautuminen maailmanlaajuisesti. /15/



**Kuva 1. Outokumpu maailmanlaajuisesti /15/**

Tornio Worksin täysin integroitu tuotantoketju alkaa Elijärven kromikaivokselta jatkuen Tornion ferrokromitehtaan, terässulaton, kuumavalssaamon ja kylmävalssaamojen prosesseissa. Tornion tehdas on maailman suurin ruostumattoman teräksen valmistusyksikkö. Tornio Worksin liiketoimintayksikköön kuuluu myös Hollannin Terneuzenissa sijaitseva jatkokäsittelylaitos, jossa Tornioista saapuvista teräsrullista katkaistaan ja halkaistaan asiakastilauksien mukaisia tuotteita. Tornio Worksissa työskentelee noin 2400 työntekijää. Suurin osa lopputuotannosta, ruostumattomista teräsnauhoista ja -levyistä, toimitetaan Tornioista asiakkaille yli 60 eri maahan. Suurimman markkina-alueen muodostaa Eurooppa 84 prosentin myyntiosuudella, Suomen osuus Euroopan myynnistä on 8 prosenttia. /15/



## 2. KUNNOSSAPITO

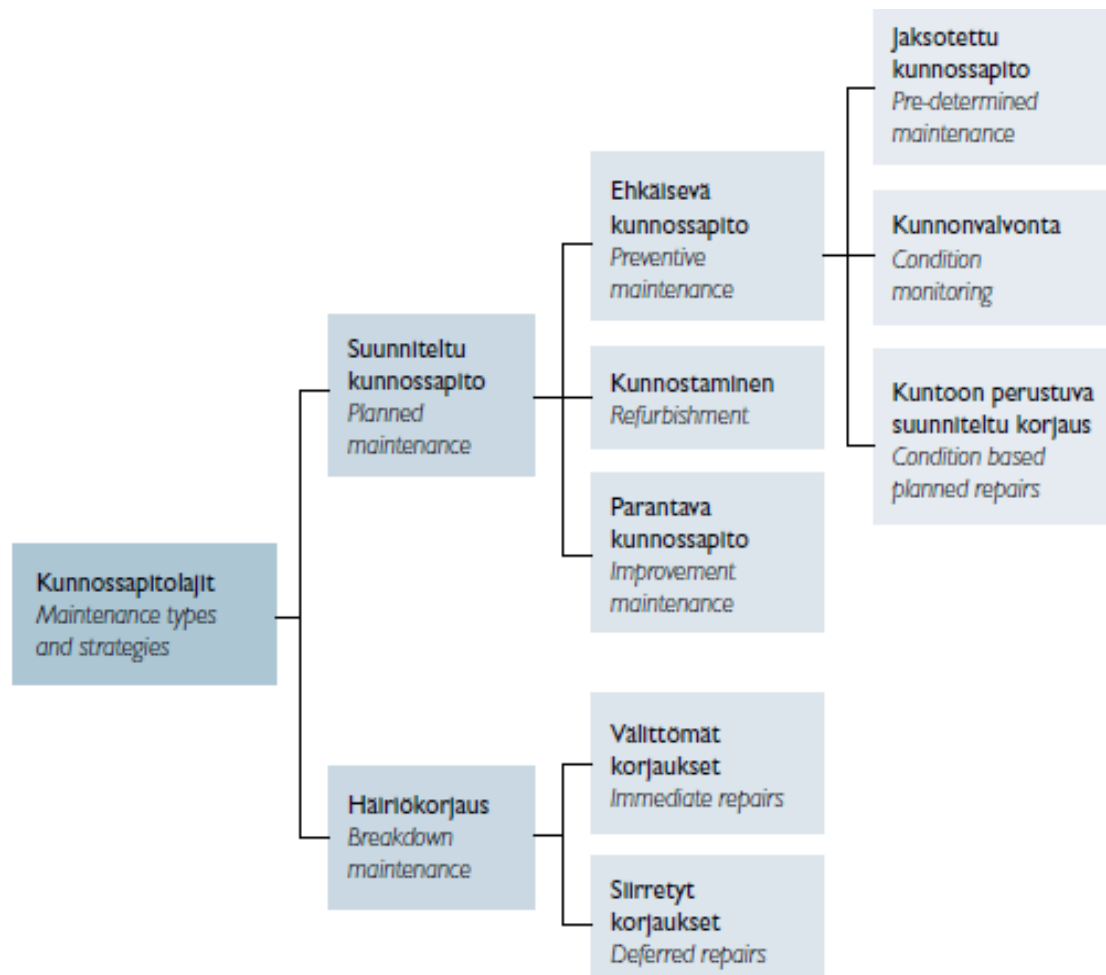
Kunnossapitokäsite on laaja ja monitasoinen ja -tahoinen. Konkreettisten toimien lisäksi kunnossapitoon kuuluu keskeisenä osana oma ajattelutapa. Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. /7/

Kunnossapidon tavoitteena on varmistaa tuotantovälineiden toiminta koko niiden elinkaaren ajalta. Tavoitteena on valita ja käyttää kaikkein sopivimpia kunnossapidon menetelmiä, joilla voidaan hallita tuotantovälineiden vikaantuminen ja vikaantumisten seuraukset. Lisäksi tavoitteena on varmistaa omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan tyytyväisyys sekä saada kaikkien kunnossapitoon vaikuttavien ihmisten aktiivinen tuki kunnossapidon toimiin. Kunnossapitopalvelu tulisi tuottaa siten, että asiakas on tyytyväinen ja kustannusten sekä laadun suhde on mahdollisimman edullinen. Hyvin suunnitellun kunnossapidon ansiosta tuotanto voi tapahtua olosuhteissa, jotka ovat mahdollisimman edulliset nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. /16/, /5/

Kunnossapitotoiminta on vuosien saatossa kehittynyt vikojen korjauksesta ennakoivaan kunnossapitoon ja liikkeenjohdon näkökulmasta kunnossapito on muuttunut välttämättömästä kustannuksesta strategisesti tärkeäksi kokonaisuudeksi. Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista ja suurin kontrolloimaton kustannuserä. Useimmissa yrityksissä panostetaan siihen, että kunnossapito saadaan hallintaan ja kustannukset kontrolliin. Kunnossapito on tärkeä tuotantotekijä, jonka avulla voidaan varmistaa tuotantolaitoksen kilpailukyky. /7/

## 2.1. Kunnossapitolajit

Kunnossapidon termit ja käsitteet on määritelty EU:n standardissa SFS-EN 13306. Suomessa toimii lisäksi PSK Standardisointiyhdistys, joka laatii suomenkielisiä standardeja pääosin teollisuudelle. Standardisointiyhdistyksen standardissa PSK 6201 kunnossapito jaetaan kuvan 2 mukaisesti. Kyseisen standardin mukaan kunnossapito jaetaan suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Näistä edellinen jakautuu vielä ehkäisevään ja parantavaan kunnossapitoon sekä kunnostamiseen. Häiriökorjaukset jakautuvat puolestaan välittömiin ja siirrettyihin korjauksiin. /13/



Kuva 2. Kunnossapitolajit /10/

### 2.1.1. Ehkäisevä kunnossapito

SFS-EN 13306 määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti:

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoitteena on vähentää laitteen rikkoontumisen tai toimintakyvyn heikkenemistä. /7/

Ehkäisevä kunnossapito on pääasiassa suunniteltua säännöllistä toimintaa, jota tehdään koneen käydessä sekä erilaisten seisokkien, myös häiriöseisokkien yhteydessä. Ehkäisevän kunnossapidon avulla seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen / osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät mm. seuraavat toimenpiteet:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- toimintaolosuhteiden vaaliminen
- testaaminen / toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi. /7/

Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Vastaa kysymykseen onko kunnossapitoa järkevää tehdä.
- Kohteelle ja vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. /7/

### 2.1.2. Kunnostaminen

Kunnostaminen kuuluu korjaavaan kunnossapitoon, mutta se on suunniteltu toimenpide. Kunnostaminen voidaan jakaa kolmeen osaan: käytön, käytön seisokin ja kunnossapitoseisokin aikana tapahtuvaan kunnostamiseen. Matalan käyttöasteen laitteita on usein mahdollista korjata myös tuotannon aikana ilman seisokkia. Korkean käyttöasteen laitteet sen sijaan vaativat seisokin kunnostamisen ajaksi. Kunnostamista voi olla vikaantuneiden osien kunnostus korjaamalla, tarkastusten tai kunnonvalvonnan perusteella tehty laitteen korjaus suunnitellun seisokin aikana, tuotannon kulutusosien kunnostaminen ja kunnossapidon laitteiden korjaus sekä parantaminen. Kunnostaminen on tärkeä osa kunnossapitoa. Kunnostamisella voidaan pidentää merkittävästi laitteiden ja koneiden käyttöikää. /8/

### 2.1.3. Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito tarkoittaa laitteiden suorituskykyä, käytettävyyttä, luotettavuutta ja turvallisuutta lisäävää toimintaa. Parantavan kunnossapidon keskeinen tekijä on vikaantumisen perussyyn ja vikaantumisprosessin selvittäminen sekä vian aiheuttajan poistaminen. /10/

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

- Kohdetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja, mutta kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta.
- Kohteeseen tehdään erilaisia uudelleensuunnitteluja ja korjauksia, joilla parannetaan koneen epäluotettavuutta. Tarkoituksena on muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, eikä niinkään muuttaa suorituskykyä.
- Modernisaatiot, jossa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. /7/

#### **2.1.4. Häiriökorjaukset**

Häiriökorjaukset ovat korjaavaa kunnossapitoa, jotka ovat yleensä suunnittelemattomia äkillisiä korjaustarpeita eli välittömiä häiriökorjauksia. Häiriökorjaukset voivat olla myös suunniteltua kunnostusta, jolloin vika on havaittu aiemmin, mutta vika ei ole vielä aiheuttanut kohteen suoritustason alenemista. Tällöin häiriökorjauksen tyyppi on nimeltään siirretty häiriökorjaus. Siirretty häiriökorjaus suoritetaan, kun tuotanto ja organisaatio sen sallivat. Häiriökorjausten tarkoituksena on palauttaa vikaantunut kohde alkuperäiseen toimintakuntoonsa, siihen sisältyy myös merkittävänä osana käyttöturvallisuuden palauttaminen. /4/

#### **2.2. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM**

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito eli RCM (Reliability Centered Maintenance) on menetelmä ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi. RCM-menetelmä mahdollistaa tehokkaasti ja järkipäisesti laitteistoilta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyydestasojen saavuttamisen. Lisäksi RCM:n tarkoituksena on johtaa käyttötoiminnassa parantuneeseen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja talouteen. Se antaa työkalut ja päätösmekanismin, joilla laitteiden luotettavuutta ja siten käytettävyyttä voidaan parantaa. RCM-analyysillä määritellään soveltuvin ja kustannustehokkain kunnossapitostrategia. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito kokoaa yhteen korjaavan kunnossapidon, ehkäisevän kunnossapidon, kunnonvalvonnan ja ennakoivan sekä parantavan kunnossapidon. RCM-analyysin lopputuloksena syntyvät perusteet siitä, onko välttämätöntä tehdä yksittäinen kunnossapitotehtävä. /6/, /11/, /19/

RCM-analyysin suorittamisen perusaskleet voivat olla seuraavat:

- Valitaan ja rajataan kohde.
- Määritetään kohteen toiminnot ja suoritustaso, jonka käyttäjä kohteelta edellyttää nykyisissä toimintaolosuhteissa.

- Määritetään kohteen toiminnallinen vika eli millä tavalla toiminto voi häiriintyä.
- Määritetään laitteet / komponentit, jotka voivat aiheuttaa kohteen toiminnallisen vian.
- Määritetään vikamuodot eli mitkä tapahtumat voivat aiheuttaa kohteen toiminnallisen vian.
- Määritetään vian aiheuttajat eli mistä syystä vikamuodot syntyvät.
- Arvioidaan kohteen vikaväli (MTTF) eli arvioidaan kuinka usein vika voi tapahtua vuositason.
- Määritetään vian luonne eli onko vika satunnainen vai toistuva.
- Määritetään vian vaikutus eli mitä kohteelle tapahtuu vikamuodon vuoksi.
- Arvioidaan vian korjauksen kesto (MTTR).
- Määritetään vian seuraus eli mitä väliä kullakin vikaantumisella on, mikä on niiden seurausten kriittisyys ja vaarantuuko turvallisuus.

Edellä mainitut perusaskeleet perustuvat sekä henkilöstön ja ympäristön turvallisuuden että käytön ja taloudellisuuden huomioonottamiseen. Luotettavuustarkastelun tiedoilla parannetaan yksittäisten komponenttien laatua, parannetaan kokonaisjärjestelmien ja osajärjestelmien luotettavuutta, suunnitellaan kunnossapitostrategiaa, määritellään prioriteetteja käytönohjaukselle ja kunnossapidolle sekä laaditaan käyttöikäarviointeja. Luotettavuustarkasteluja tehtäessä tärkeitä tietoja ovat laitoksen kunnossapitojärjestelmässä olevat historiatiedot. Historiatietojen ja kunnossapito- sekä käyttöhenkilöstön kokemukseräisten tietojen avulla voidaan laitteen vikaantumista ja kulumista arvioida. Arvioinnin tuloksena voidaan laitteelle tehdä yksilöllinen huoltosuunnitelma ja varaosastrategia. /11/, /19/

### 2.2.1. Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon historia

RCM:n periaatteet määriteltiin 1950-luvulla, mutta sen varsinainen kehitystyö aloitettiin kymmenisen vuotta myöhemmin. Vuonna 1960 Yhdysvaltain ilmailuvirasto FFA perusti työryhmän kehittämään lentokoneisiin soveltuvaa ennakoivaa kunnossapitoa. Työryhmä kehitti huolto-ohjelmat, jotka perustuivat olettamukselle, että vikaantuminen on ajasta riippuva tapahtuma. Projekti ei kuitenkaan johtanut toivottuihin tuloksiin, mutta perusteellisten tutkimusten tuloksena huomattiin seuraavaa:

- Ennakoivalla kunnossapidolla ei ollut juurikaan vaikutusta monimutkaisten laitteiden luotettavuuteen, ellei laitteella ollut (yhtä) selvästi tunnistettavaa tai hallitsevaa vikaantumistapa.
- Lentokoneissa oli paljon sellaisia osia, joille ei ollut olemassa tehokasta tai toimivaa ennakoivan kunnossapidon ohjelmaa. /7/

Lentokoneiden vikaantumistapoja tutkittaessa löytyi kuusi erilaista vikaantumismallia, joista kolmella ei ollut tekemistä ajan kanssa. Tutkimustulosten perusteella vanhat oletukset siitä, että ennakoivaa kunnossapitoa tulee suorittaa ainoastaan ajasta riippuen, hylättiin. Tätä käytettiin pohjana kunnossapidon enakkohuollon uudistamiseen. /7/

Vuonna 1967 julkaistiin uusi toimintaohje MSG1, joka käsitti Boeing 747 - 100 lentokoneen kunnossapito-ohjelman. Vuonna 1974 United Airlines laati raportin, jossa esitetään ne suuntaviivat, joiden mukaan siviililentokoneiden huolto-ohjelmat suunnitellaan. Raportin nimeksi tuli Realibility Centered Maintenance. RCM-metodeja on käytetty laajasti vuodesta 1978 saakka muun muassa Yhdysvaltain laivastossa sekä energiasektorilla ja öljynjalostuksessa. RCM-metodin teki tunnetuksi englantilainen John Moubray. Moubray kehitti 1980-luvun alussa teollisuuden tarpeisiin soveltuvan RCM-ohjelman. Kyseisestä ohjelmasta käytetään nimeä RCM2. /7/

### 2.2.2. RCM:n päämäärät

RCM:n keskeisimmät päämäärät ovat:

- Priorisoida prosessiin kuuluvat laitteet ja kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaisimmat priorisointikriteerit ovat turvallisuus, kustannukset, ympäristövaatimukset ja laatu.
- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja luoda pohja oikeiden ja tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Saattaa kunnossapidon piiriin myös sellaiset raja ja turvalaitteet, jotka prosessin toimiessa ovat passiivisia.
- Laatia valmiit toimintaohjeet vikaantumisen ilmettyä sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä.
- Opettaa koneiden käyttökäyttöhenkilökunta seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.
- Laskea kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta ja laitteiden luotettavuutta. /7/

### 2.3. Laitteiden kriittisyyden arviointi

Kotimainen standardi PSK 6800 vastaa laitteiden kriittisyydestä. Standardin mukaan kriittisyys kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Standardissa tarkasteltavat riskit liittyvät henkilöiden turvallisuuteen, aineellisiin vahinkoihin, tuotannon menetyksiin tai muihin ei-hyväksytyihin tapahtumiin. Kohde on kriittinen, jos siihen liittyvä riski ylittää hyväksytyn tason. Standardin mukaan riskin suuruudella tarkoitetaan vikaantumisen vaikutuksen ja sen toteutumisen todennäköisyyden tuloa. Kohteen kriittisyysluokka määräytyy riskin suuruuden mukaan. Kriittisyysanalyysissä jokainen laite käydään erikseen läpi ja niille määritetään oma kriittisyysluokka. Yleensä kriittisyysanalyysi luokittelee laitteet kolmeen eri luokkaan, joita ovat:



- kriittiset (A-luokan laitteet)
- melko kriittiset (B-luokan laitteet)
- ei kriittiset (C-luokan laitteet) /13/

Analyysin tavoitteena on saada A-luokkaan noin 20 % laitteista, B-luokkaan noin 50 % laitteista ja C-luokkaan noin 30 % laitteista. Kriittisyysluokka määräytyy analyysissa saatujen pisteiden perusteella. Kriittisyyden arvioinnissa huomioon otettavat tekijät riippuvat kohteesta, alla olevat kriittisyystekijät sopivat hyvin teollisuusympäristöön:

- kriittisyys prosessin kannalta
- häiriöherkkyys
- huollettavuus ja luoksepäästävyys
- turvallisuus, terveys ja ympäristö
- laatu /13/

Kriittisyysanalyysin ensimmäinen tärkeä tehtävä on määrittää kunkin kriittisyystekijän painoarvo. Painoarvon määrittämisen jälkeen listataan tarkasteltavat laitteet ja valitaan niille kertoimet kokemuspohjaisesti. Kertoimen valinta on hyvä tehdä ryhmätyönä, jotta kaikkien ammattiryhmien kokemus ja osaaminen tulee huomioitua ja kertoimet saadaan näin vastaamaan mahdollisimman hyvin todellisuutta. Jokaisella kertoimella tulee olla oma selvä valintakriteeri, esimerkiksi häiriöherkkyyden kerroin on pieni, jos vikaväli on pitkä ja jos vikaväli on lyhyt, häiriöherkkyyden kerroin on suuri. Määritettyjen painoarvojen ja kertoimien avulla kullekin laitteelle lasketaan kriittisyysindeksi, jonka arvo kuvaa eri laitteiden kriittisyyttä verrattuna toisiin laitteisiin. Kriittisyysanalyysinpisteet eli kriittisyysindeksi saadaan laskettua kaavalla 1. /13/

$$P = P_k K_k + P_h K_h + P_{hu} K_{hu} + P_t K_t + P_l K_l \quad (1)$$

missä

$P_k$  = kriittisyys prosessin kannalta painoarvo ja  $K_k$  = kriittisyys prosessin kannalta kerroin

$P_h$  = häiriöherkkyyden painoarvo ja  $K_h$  = häiriöherkkyyden kerroin

$P_{hu}$  = huollettavuuden ja luoksepäästävyyyden painoarvo ja  $K_{hu}$  = huollettavuuden ja luoksepäästävyyyden kerroin

$P_t$  = turvallisuuden, terveyden ja ympäristön painoarvo ja  $K_t$  = turvallisuuden, terveyden ja ympäristön kerroin

$P_l$  = laadun painoarvo ja  $K_l$  = laadun kerroin

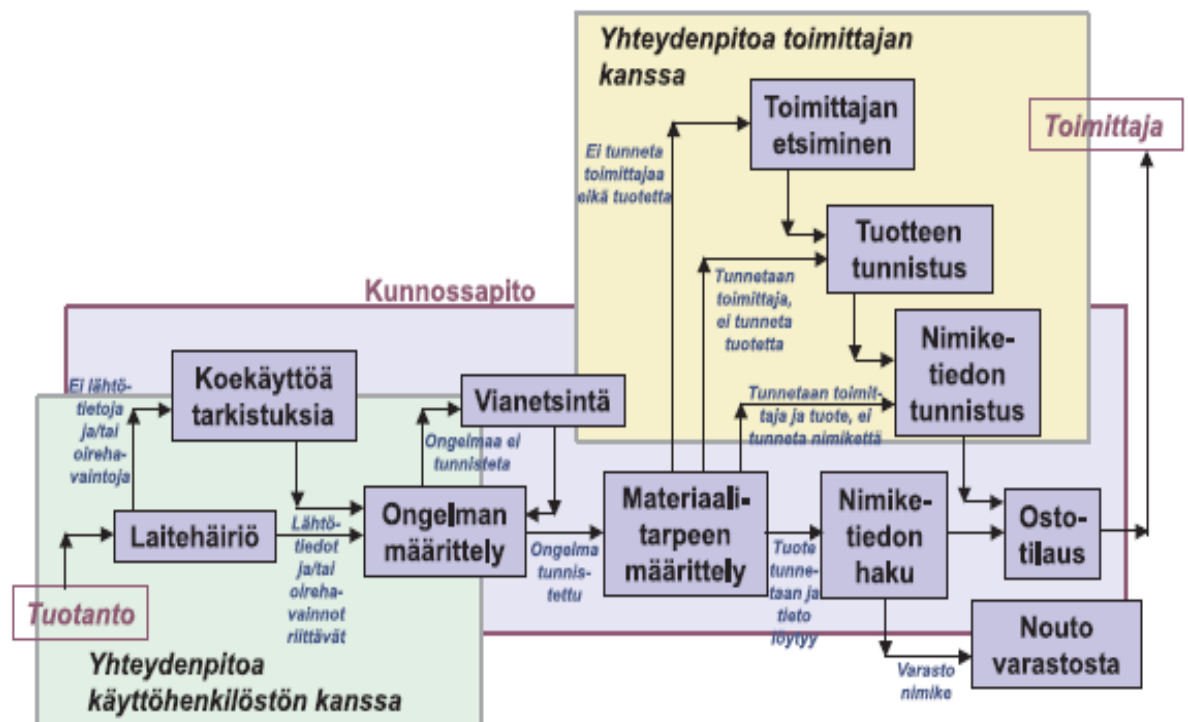
Kriittisyysanalyysia voidaan käyttää apuna kunnossapitostrategian suunnittelussa. Lisäksi se toimii hyvänä varaston- ja varaosienhallinta välineenä. Kriittisyysanalyysi on perusta RCM:n tapaisen kunnossapitostrategian käyttöönotolle, koska sillä voidaan selvittää laitteet, joille RCM-analyysi kannattaa tehdä. Kriittisyysanalyysin tulosten perusteella kunnossapitoa ja etenkin ennakoivaa kunnossapitoa voidaan kohdistaa enemmän kriittisiin laitteisiin. Analyysi parantaa laitteiden käyttövarmuutta ja optimoi niiden käyttöikä. Tarkoituksena on ohjata resurssit sinne, missä niitä eniten tarvitaan. Kriittisyysanalyysissä voidaan eritellä myös ne laitteet, jotka eivät ole niin kriittisiä, että ne vaikuttaisivat tuotantoon. Tällaisille laitteille ei yleensä tehdä enakkohuolto-ohjeita, usein panostus tarvittavaan korjaavaan kunnossapitoon riittää. /13/

### 3. KUNNOSSAPIDON MATERIAALIOLOGISTIIKKA

Kunnossapitotoiminnalla on oma logistiikka, joka muodostuu kunnossapitotyön logistiikasta ja kunnossapidon materiaalogistiikasta. Tässä keskitytään kunnossapidon materiaalogistiikkaan. Kunnossapidon tarvitsemien materiaalien, komponenttien ja varalaitteiden saatavuudessa on aina kyse taloudellisesta optimoinnista. Toisessa vaakakupissa ovat varastointikustannukset ja toimitusten nopeuttamisesta aiheutuvat lisäkustannukset. Toisessa vaakakupissa ovat puolestaan tuotannon keskeytyksistä aiheutuvat lisäkustannukset. /14/

Kunnossapitotoiminta ja kunnossapidon suorittaminen ei ole mahdollista ilman siihen liittyviä materiaaleja ja tietoja. Materiaaleilla tarkoitetaan yleisesti kaikkia kunnossapidon käyttämiä varaosia, komponentteja, aineita ja tarvikkeita. Tiedolla tarkoitetaan kaikkea sitä informaatiota, jota tarvitaan materiaalityönnön ennustamiseen, tekniseen tunnistamiseen, valitsemiseen, ostamiseen, varastointiin, käsittelyyn ja käyttöön sekä kulutuksen ja kustannusten seuraamiseen. /7/

Kunnossapidon materiaalityönnön on hyvin moninainen. Yhden tuotantolaitoksen tuotantokalusto ja rakenteet voivat sisältää jopa 600 000 erilaista materiaalinimikettä. Tästä syystä myös kunnossapidon materiaalityönnön toimittajia voi olla hyvin paljon. Toimittajat muodostavat kunnossapidolle toimitusverkoston. Toimitusverkosto alkaa kunnossapitomateriaalien osalta aina materiaaleja valmistavasta yrityksestä. Toimitusverkosto koostuu useista eri toimitusketjuista, joiden kautta materiaali kulkee kunnossapitoon. Suurin osa materiaaleista kulkee usean yrityksen muodostaman toimitusketjun läpi. Toimitusketjun eri yrityksillä on oma roolinsa materiaalityönnön hoitamisessa. Osa materiaaleista voidaan myös ostaa suoraan valmistajalta. Kuvassa 3 on kaaviokuva eri työvaiheista laitevian havainnosta materiaalien ostotilaus / noutovaiheeseen. Kunnossapidon on selvitettävä materiaalityönnön tarpeet täsmällisesti ennen kuin toimittajat tai oma varasto pystyvät niihin reagoimaan. /7/, /17/



**Kuva 3. Kunnossapidossa tapahtuvat toimintavaiheet materiaalin osto-/noutovaiheeseen /17/**

Kunnossapidon ja etenkin kunnossapitoyritysten tehtävänä on jalostaa materiaalogistiikka ja kunnossapitotyö asiakkaalle tuotannon käyttövarmuutta tuottavaksi palvelukokonaisuudeksi. Kunnossapito edellyttää ennakoivaa ja hyvin suunniteltua toimintatapaa. Kunnossapidon materiaalogistiikka edellyttää mm.

- aktiivista materiaali- ja tarpeiden ennustamista
- materiaalinimikkeiden tietojen ja kulutuksen täsmällistä tiedon ylläpitoa järjestelmissä
- laitepiirustusten ja kunnossapitojärjestelmän laitekorttien luotettavaa tiedon ylläpitoa
- kunnossapitohistorian ja -suunnitelmien aktiivista tiedon ylläpitoa järjestelmissä
- toimitusverkoston tuntemusta
- toimitustapojen ennakosuunnittelua ja sopimista toimittajien kanssa /7/

### 3.1. Materiaalitarpeen ennustaminen

Kunnossapidon materiaalitarpeen ennustamiseen on käytettävä useita erilaisia ennustusmenetelmiä. Ennustaminen perustuu mahdollisimman luotettavaan mitattuun tai arvioituun lähtötietoon, jonka pohjalta tulevaa materiaalitarvetta pyritään tunnistamaan ennakolta. Kaikkia yllättäviä vikaantumisia ei voida tietää ennakolta, mutta hyvällä seurannalla sekä olosuhde- ja laitetuntemuksella voidaan tarvetta ennustaa huomattavasti paremmin. Materiaalitarpeen ennustaminen on sekä myynti-, varastointi- että ostotoiminnan luotettavan suunnittelun edellytys. /7/, /18/

Materiaalitarpeen ennustamista on tehtävä sekä pitkälle että lyhyelle aikavälille säännöllisesti. Pitkän aikavälin ennuste perustetaan järjestelmistä saataviin kulutustietoihin, enakkohuoltosuunnitelmiin, komponenttien rasitus- ja kestävyystietoihin sekä tuotannonsuunnitteluun. Pitkän aikavälin ennustuksilla varaudutaan tuleviin materiaalitarpeisiin erityisesti kriittisten nimikkeiden saannin varmistamiseksi ja hyvien hankintasopimusten aikaansaamiseksi. Lyhyen aikavälin ennuste perustuu lähiajan tuotanto- ja kunnossapitosuunnitelmiin, laitteen oirehavaintoihin, käyttöolosuhteiden muutostietoihin sekä mitattuihin kunnonvalvontatietoihin. Lyhyen aikavälin ennustuksilla varmistetaan kunnossapidon operatiivisen toiminnan tehokkuus ja luotettavuus minimoimalla ennustamisen turvin materiaalilogistiikasta aiheutuvia viiveaikoja. Viiveajoista seuraa seisokin venymisen lisäksi työsuunnitteluun ongelmia. Lyhyen aikavälin ennustamisessa on tärkeää, että reaaliaikainen tarpeellinen tieto siirtyy sekä tietojärjestelmän että ihmisten keskinäisen kanssakäymisen välityksellä kaikille toimintaprosessin osapuolille. /17/

### 3.2. Työmaalogistiikka

Työmaalogistiikkaan kuuluvat erilaiset työvaiheet asennuskohteessa tai korjaamolla, kuten materiaalitarpeen määrittely, materiaalin noutaminen, purkaminen ja työvaiheen edellyttämä kirjaustyö. Työn vastaanotto on logistiikan toimintavarmuuden ja -nopeuden kannalta kriittinen työvaihe. Mitä perusteellisemmin käyttö- ja kunnossapitohenkilöstö

tekevät alkumäärittelyn sitä luotettavammin voidaan ainakin osa materiaalitarpeesta saattaa heti ostajan ja / tai varaston tietoon. Tutkimuksissa on havaittu, että korjaavassa kunnossapidossa perusteellisesti tehty vastaanottovaiheen tarpeen määrittely lyhentää viasta johtuvaa seisokkiaikaa huomattavasti. Tähän vaikuttaa erityisesti materiaalitarpeen aikainen tunnistaminen, jolloin osa tai kaikki materiaalit saadaan tilattua työkohteeseen jo ennen vianetsintävaihetta. Kun työnjohto on ottanut työn vastaan ja määritellyt toimenpide- ja materiaalitarpeen asiakkaan kanssa, voidaan työ ohjata asentajalle suoritettavaksi. Logistiikan kannalta asentajan merkittävin työvaihe on vianetsintä. Viimeistään vianetsintävaiheessa määritellään loputkin materiaalitarpeet, joita ei ole vielä aikaisemmassa vaiheessa pystytty tunnistamaan. /7/

### 3.3. Varastologistiikka

Varastoja pyritään pitämään mahdollisimman vähän, sillä varastoihin sitoutuu pääomaa, joka olisi tuottavampaa sijoittaa muuhun tarpeeseen. Varastotasoja voidaan pienentää tai varastoista voidaan jopa luopua, jos toimitusajat pystytään optimoimaan niin, että raaka-aineet ja tuotteet toimitetaan toimittajalta suoraan tuotantoon tai valmistajalta asiakkaalle ilman varastointia. Varastointi on huomattava kustannustekijä ja varastointia kehittämällä voidaan parantaa kustannustehokkuutta. Varastonohjaukseen liittyy useita kustannustekijöitä. Kustannukset on tärkeää tunnistaa, jotta niihin pystytään vaikuttamaan. Varastointiin liittyviä kustannuksia ovat raaka-aineen tai tuotteen hinta, varastonpitokustannukset, täydennyseräkustannukset ja puutekustannukset. /20/

Raaka-aineen tai tuotteen hinta on selkeä ja suora kustannustekijä. Varastonpitokustannus puolestaan riippuu varaston arvosta, siihen lasketaan pääomakustannus, varastotilakustannus ja riskikustannus. Pääomakustannus on tuottovaatimus eli se on vaihtoehtoiskustannus pääomalle, lisäksi siihen lasketaan mukaan mahdollisten lyhytaikaisten luottojen korko. Varastotilan kustannuksilla tarkoitetaan esimerkiksi tilavuokraa, se riippuu tuotteen mitoista ja säilytysvaatimuksista. Riskikustannuksilla tarkoitetaan menekki- ja hintariskiä. Täydennyseräkustannuksilla tarkoitetaan tilaus-, asetus- ja lajinvaihtokustannuksia sekä oston kertakustannuksia. Materiaalivarastoista

aiheutuu tilauksen teko-, toimitusvalvonta-, laskuntarkastus ja materiaalin vastaanottokustannuksia, lisäksi pienerissä kuljetuskustannukset nousevat. Puutekustannukset syntyvät puutetilanteessa. Puutekustannusten arvioinnilla voidaan määrittää palveluaste ja varmuusvarastointitarpeet. /20/

Varastot voidaan jakaa usealla eri tavalla, mutta yleisesti ne jaetaan kahteen eri osaan aktiivi- ja passiivivarastoihin. Aktiivivarasto eli käyttövarasto voi syntyä, jos toimittajalta saapuva erä on suurempi kuin asiakkaan sen hetkinen tarve. Tällöin osa tavarasta siirretään varastoon odottamaan myöhempää tarvetta. Käyttövarastolle on luuteenomaista, että sen koko vaihtelee määräerin toimitusten välillä. Juuri ennen uuden toimituksen saapumista käyttövarasto on tyhjimillään ja heti toimituksen saapumisen jälkeen käyttövarasto on maksimitasollaan. /3/, /21/

Epävarmuus aiheuttaa myös varastointipaineita, aina ei osata tai voida tarkkaan ennustaa tulevaisuuden tarpeita. Sen vuoksi tavaratilauksia tehdään vähän aikaisemmin ja vähän ennakoitua tarvetta enemmän. Tästä varaston osasta käytetään nimitystä varmuusvarasto eli passiivivarasto. Varmuusvarastosta tehdään ottoja ainoastaan arvioidun kysynnän ylittyessä eli aina vain todelliseen tarpeeseen. Varmuusvarastotasoa säätelemällä saadaan aikaan haluttu palvelutaso. Varmuusvarastoilla on kaksi kustannustekijää: ne vähentävät puutekustannuksia, mutta toisaalta ne myös lisäävät varastointikustannuksia. Jos yrityksen passiivivarasto kasvaa liian suureksi, on toimintatapoja syytä tarkastella kriittisesti. Varastot ja etenkin passiivivarastot ovat aina merkki huonosta suunnittelusta, heikosta yhteistyöstä ja yrityksen logistisen toiminnan huonosta laadusta. /3/, /21/

Jatkuvasti tarvittavien kulutusosien ja tarvikkeiden sekä tuotannon kannalta hyvin kriittisten ja vaikeasti saatavien varaosien tarpeen mukainen varastointi on kunnossapidon kannalta välttämätöntä. Hitaasti kiertäviä varaosia voidaan varastoida myös muualla kuin tuotantolaitoksen alueella, kunhan niiden toimitusnopeus tarpeen vaatiessa ei ylitä asetettua maksimiaikaa. Pienten ja halpahintaisten materiaalien vain sen hetkiseen tarpeeseen tehtävä yksittäisostelu on logistiikkakustannuksiltaan kallista. Tällaisia käyttötarvikkeita on edullista ja kannattavaa pitää käsivarastona lähellä käyttötarvetta. /7/

Osien tai komponenttien varastointitarvetta pohtiessa on otettava huomioon ainakin seuraavat tekijät:

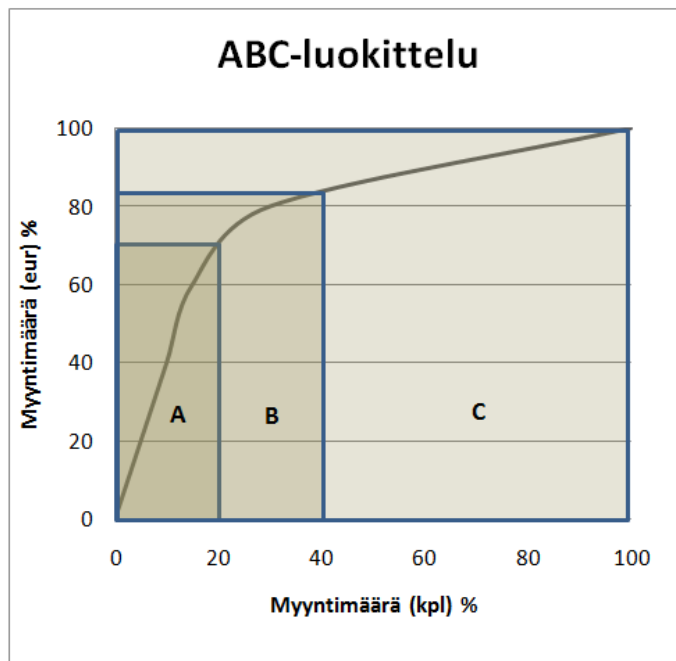
- kriittisyys eli osan tai komponentin vikaantumisen vaikutus tuotannon keskeytyskustannuksiin
- rinnakkaisten tuotantolaitteiden kapasiteetin nostomahdollisuus
- hankintahinta
- toimitusaika ja hankintakanavan luotettavuus
- varalaitemahdollisuus
- varastointikustannukset
- välivarastot
- korvattavuus
- vikaantumisen todennäköisyys
- vikaantuneen osan korjausmahdollisuudet
- koko laitteen jäljellä oleva käyttöikä /14/

### 3.4. ABC-analyysi

ABC-analyysi on kaikkein yleisimmin käytetty tapa luokitella nimikkeitä. Nimikkeiden ABC-analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua niiden euromääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan. Luokittelu tehdään yleensä kolmesta viiteen eri luokkaan, mutta sitä voidaan tarvittaessa jatkaa myös pidemmälle. Jokaisen nimikkeen arvo ilmaistaan prosenttiosuutena kokonaismyynnistä tai kulutuksesta. Tämän jälkeen tuotteille lasketaan kumulatiivinen summa, jonka perusteella tuotteet jaetaan A-, B- ja C-luokkiin, tarvittaessa luokkajakoa voidaan jatkaa pidemmälle. Nimikkeiden luokittelulla pyritään saamaan parempi käsitys siitä, miten materiaalihojausta tulee kehittää ja mihin resursseja tulee käyttää. ABC-analyysillä halutaan tutkia erityisesti tapahtumamäärien ja varastoarvojen jakautumista myynnin tai kulutuksen mukaan. A-luokan nimikkeet muodostavat suurimman osan kulutuksen arvosta, mutta ne käsittävät vain murto-osan nimikkeiden kokonaismäärästä. B-luokan nimikkeet edustavat kumulatiivisesti laskettuna 10 – 15 % kulutuksen arvosta ja yleensä alle 15 % nimikkeiden kokonaismäärästä. C-luokkaan



kuuluvat jäljelle jääneet nimikkeet. C-luokka edustaa noin 5 – 10 % kulutuksen arvosta, mutta nimikkeiden määrä saatta olla jopa 70 % nimikkeiden kokonaismäärästä. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki nimikkeiden jakautumisesta euromääräisen myyntimäärän ja kappalemääräisen myyntimäärän kesken. /3/, /21/



**Kuva 4. ABC-luokittelu /4/**

ABC-analyysin tulokset osoittavat, että pieni osa nimikkeistä muodostaa valtaosan vuotuisesta volyymista kun taas suuri osa nimikkeistä muodostaa vain pienen osan vuotuisesta volyymista. Analyysi perustuukin 80/20 –sääntöön, jossa 20 % yrityksen asiakkaista tai tuotteista aiheuttaa 80 % myynnistä. ABC-analyysissa nimikkeet jaotellaan ryhmiin vain niiden myynnin tai kulutuksen arvon perusteella. Tämä arvo ei vastaa aina tuotteen tarpeellisuutta. Nimikkeen kulutus voi olla pieni, mutta silti se voi olla erittäin tarpeellinen ja sen varastointia tulee jatkaa, jolloin analyysin tekijän on osattava nostaa nimike C-luokasta A-luokkaan. Varaston koon muokkaaminen ja koko materiaalinohjaus perustuvat pitkälti ABC-luokittelun soveltamiseen. Analyysista on osattava tehdä oikeat päätelmät, sillä pelkkä raportti ja sen yhteenveto eivät vielä muuta mitään. Taulukossa 1 esitellään varastonohjauksen periaatteet. Kaikista nimikkeistä ei ole taloudellista pitää yhtä suurta kontrollia. ABC-luokittelun varsinainen hyöty saadaankin oikean varastokontrollin löytämisestä nimenomaan C-luokan nimikkeille. /3/, /21/

**Taulukko 1. Varastonohjauksen periaatteet /3/**

<b>Tuote-ryhmä</b>	<b>Kontrolloinnin tarve</b>	<b>Tulostentyyli</b>	<b>Tilauskoko</b>	<b>Tarkastustiheys</b>	<b>Varmuusvarastojen koko</b>	<b>Palvelutaso (%)</b>
<b>A</b>	Suuri	Täsmälliset	Pieni	Jatkuva	Pieni	99 %
<b>B</b>	Keskimääräinen	Keskimääräiset	Keskimääräinen	Kausittainen	Keskimääräinen	95 %
<b>C</b>	Pieni	Yksinkertaiset	Suuri	Harva	Suuri	90 %

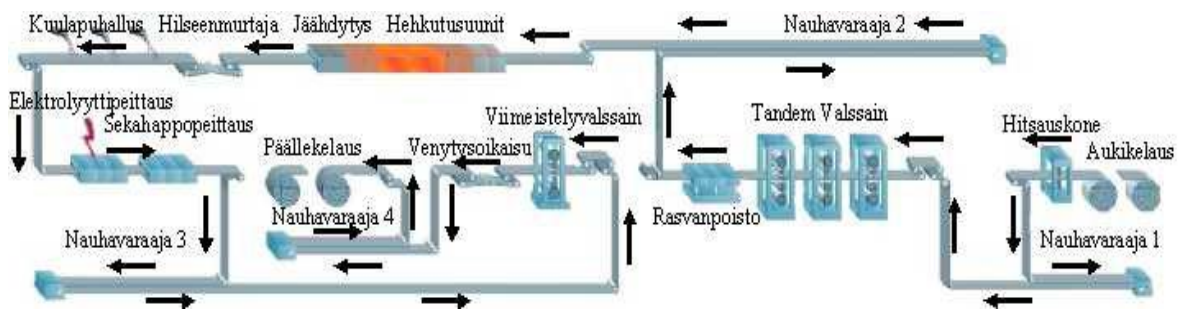
A-nimikkeet edustavat suurinta osuutta nimikkeiden kokonaisarvosta ja ne tarvitsevatkin tarkkaa sekä jatkuvaa kontrollia. Erityisesti kalleimpien A-nimikkeiden varastotiedot täytyy pitää päivitettyinä. Suuren yksikköhinnan ja matalan kysynnän nimikkeiden hankinnassa täytyy olla huolellinen, sillä tällaisten nimikkeiden ylivarastointi voi käydä hyvin kalliiksi. A-nimikkeiden tilausrytmin tulisi olla tiheä ja varastokoko kannattaa pitää mahdollisimman alhaisena. C-tuotteiden varastonohjaus tulee toteuttaa mahdollisimman sujuvasti ja pienin kustannuksin. /3/

## **4. RAP 5 -LINJA JA VALSSIHIOMO**

Tämän työn tarkoituksena on tuoda esiin RAP 5 -linjan valssihieron ja etenkin pienten hiomakoneiden kriittisyys tuotannon kannalta ja suunnitella niille toimiva ennakkohuolto-ohjelma ja tehdä varaosakartoitus. Hiomakoneiden toiminta ei vaikuta suoraan tuotantoon, mutta niiden toiminta tukee voimakkaasti tuotantoa. Hiomakoneiden hiontalaatu ja käytettävyyys täytyy pitää hyvinä, jotta valssaimille saadaan laatuvaatimukset täyttäviä valsseja oikeaan aikaan. Tandem-valssaimen työvalssien valssinvaihtoväli on erittäin tiheä. Kylmänauha-ajolla 3. tuolille työvalssipari vaihdetaan noin 20 minuutin välein ja 1. ja 2. tuolilla samoilla valsseilla voidaan ajaa noin tunti. Kuumanauha-ajolla vaihdetaan tandem-valssaimen kaikki työvalssit yhtä aikaa noin tunnin välein. Valssin vaihtotiheys riippuu paljon myös nauhan paksuudesta ja halutusta reduktiosta, suurella reduktiolla työvalsseja ei tarvitse vaihtaa niin useasti kuin pienellä reduktiolla. Reduktiolla tarkoitetaan muokkausastetta eli teräsnauhan poikkileikkauspinnan prosentuaalista muuttumista valssauksen seurauksena.

### **4.1. RAP 5 -linja**

Kylmävalssaamo 2 eli RAP 5 -linja valmistui vuonna 2003. RAP 5 -linja on jatkuvatoiminen tuotantolinja, joka koostuu tandemvalssaimesta, hehkutus- ja peittausosasta, viimeistelyvalssaimesta ja venytysoikaisuyksiköstä. Linjaan on integroitu kylmävalssaamon kaikki tärkeimmät toiminnot yhdeksi kokonaisuudeksi. Linja on ainutlaatuinen koko maailmassa ja se sijaitsee omassa rakennuksessa kolmessa eri kerroksessa. RAP 5 -linjalla voidaan ajaa sekä kuumanauhaa että kylmänauhaa. Linjan etuna on korkea kapasiteetti 1 100 000 t/vuosi, josta kuumanauhan osuus on noin 750 000 t/vuosi ja kylmänauhan osuus noin 350 000 t/vuosi. Linjaan mahtuu 4950 m teräsnauhaa kaikkien varaajien ollessa täynnä. RAP 5 -linjan prosessikaavio esitellään kuvassa 5. /15/



**Kuva 5. RAP 5 -linjan prosessikaavio /15/**

Rap 5 -linjan prosessi alkaa, kun teräsrulla kuljetetaan siirtovaunuilla korkeavarastosta aukikelaimelle. Aukikelaimia on kaksi ja normaalitilanteessa niitä ajetaan vuorotellen. Aukikelain pujottaa nauhan pään oikaisukoneen kautta päätyleikkurille, joka leikkaa nauhan pään tasaiseksi hitsausta varten. Nauhan pää hitsataan edellisen rullan nauhan päähän kiinni. Hitsauskoneelta nauha matkaa nauhavaraja 1:een, johon mahtuu 750 metriä nauhaa. Varaajan tarkoituksena on mahdollistaa tandem-valssaimelle tasainen nopeus nauhan pysäyttävien osaprosessien, kuten hitsauksen ajaksi. /15/

Varaajasta nauha kulkee tandem-valssaimelle. Tandem-valssain koostuu kolmesta peräkkäisestä valssituolista, joilla nauhaa pystytään ohentamaan yhteensä 50 %. Valssaimella käytetään neljää erilaista valssia: tukivalssseja, välivalssseja, sivutukivalssseja ja työvalssseja. Tandem-valssaimelta nauha jatkaa rasvanpoiston kautta toisen kerroksen nauhavaraja 2:een. Tällä varaajalla mahdollistetaan tasainen ajonopeus prosessialueelle valssin vaihtojen aikana. Varaajan mahtuu 750 metriä nauhaa ja se pyritään pitämään mahdollisimman täynnä. Varaajasta nauha kulkee hehkutusuuneille. Hehkutuksella nauhalle palautetaan lujuus, raekoko ja sitkeys, jotka kärsivät valssauksen aikana. Hehkutus auttaa myös myöhemmin tapahtuvaa peittausta rikkomalla hilsettä nauhan pinnasta. Hehkutuksen jälkeen nauha on jäähdytettävä nopeasti. Jäähdytys koostuu yhdeksästä vyöhykkeestä. Vyöhyke 1 koostuu pelkästä ilmasta, vyöhykkeet 2 – 7 ilmasta ja vedestä ja vyöhykkeet 8 ja 9 ovat ns. runsasvesiyksiköitä. /15/

Jäähdytystä seuraavaa hilseenmurtajaa käytetään vain kuumanauhalle. Hilseenmurtajassa kuumanauhan hilsekerrostumiin tehdään halkeamia, jotta peittausapot pääsevät tehokkaasti vaikuttamaan. Seuraavaksi nauha ajetaan kuulapuhallukseen. Kuulapuhallus on myös mekaaninen hilseenpoistomenetelmä, jota käytetään vain kuumanauhalle.

Kuulapuhallukselta nauha ajetaan alakerran peittausalueelle. Peittaus jakautuu kahteen osioon, elektrolyytti- ja sekahappopeittaukseen. Peittauksella poistetaan edeltävissä prosessivaiheissa nauhan pintaan syntynyt hehkutushilsekerros ja hilsekerroksen ja teräksen rajapintaan syntynyt kromiköyhä alue. /15/

Peittauksesta nauhaa ajetaan nauhavaraja 3:en kautta viimeistelyvalssaimelle. Varaaja tasoittaa nauhan ajonopeuden viimeistelyvalssaimen valssin vaihtojen ajaksi. Tähänkin varaajan mahtuu 750 metriä nauhaa ja se pyritään pitämään mahdollisimman tyhjänä. Viimeistelyvalssainta käytetään sekä kylmä- että kuumanauhalle. Kuumanauhan maksimireduktio on noin 10 %, käytössä on tällöin tukivalssit ja työvalssit. Kylmänauhaa ajettaessa käytössä on vain työvalssit. Tällöin nauhan paksuus ei juuri muutu, mutta tasomaisuus ja pinnanlaatu paranevat. Viimeistelyvalssainta seuraa venytysoikaisu, jota käytetään vain kylmänauhalle nauhan tasomaisuuden parantamiseen. /15/

Seuraavaksi nauha jatkaa rasvanpoisto 2:n kautta nauhavaraja 4:ään, joka toimii viimeistelyvalssaimen valssinvaihtojen sekä tarvittaessa loppupään puskurina. 4-varaajan jälkeen nauha tulee koneellisen pinnantarkastuslaitteen ja pystytarkastuspaikan kautta leimauslaitteelle. Tämän jälkeen nauha kulkee loppupään valvomon läpi, jossa nauha tarkastetaan visuaalisesti ja luokitellaan sen laatu. Tarkastuksen jälkeen nauha katkaistaan päätyleikkurilla ja nauhan pää pujotetaan vapaana olevalle päällekelaimelle. Päällekelaimia on aukikelaimien tapaan kaksi ja niitä käytetään vuorotellen. Päällekelaimilta rullat siirretään siirtovaunuilla sitomakoneille ja siitä edelleen korkeavarastoon. /15/

## **4.2. Valssihionno**

RAP 5 valssihionnossa hiotaan tandem-valssaimen ja viimeistelyvalssaimen valsseja. Valssihionnossa on yksi välivalssien ja tukivalssien sekä viimeistelyvalssaimen valssien hiontaan tarkoitettu Herkules WS 600 CNC -hiomakone ja neljä tandem-valssaimen työvalssien ja sivutukivalssien hiontaan tarkoitettua WS 250 x 2750 CNC -hiomakonetta. Valssihionnon toiminta on erittäin tärkeä osa koko RAP 5 -linjan prosessia. Tandem-

valssain muodostuu kolmesta peräkkäin asennetusta keskenään yhtenästä tuolista. Tuotenuha kulkee tuolien työvalssaimien välistä, joten työvalssaimien laatu vaikuttaa erittäin voimakkaasti myös tuotenuhan laatuun. Jokaisessa tuolissa on työvalssipari, sivutukivalssipari, välivalssipari ja tukivalssipari.

Kylmä- ja kuumanauhalle käytetään omia työvalsseja. Kylmänauha ajossa tandemin 1. ja 2. tuolin työvalssipareilla ajetaan aina neljä tuotenuhaa, jonka jälkeen tapahtuu valssin vaihto. 3. tuolin työvalssiparilta vaaditaan parempaa laatua, joten ne vaihdetaan puolet tiheämpää kuin 1. ja 2. tuolin työvalssiparit. Kylmänauhaa voidaan ajaa noin sadan tuotenuhan verran vuorokaudessa, joten vuorokaudessa tarvitaan noin 200 työvalssia tandem-valssaimelle. Kuumanauhaa ajettaessa työvalssien ajomäärä määritetään kilometrien mukaan. Jokaisen tuolin työvalssiparilla ajetaan 5 kilometriä, jonka jälkeen kaikki kolme työvalssiparia vaihdetaan yhtäaikaa. Hiomon valssivarastoon mahtuu reilu 350 työvalssia. Kylmänauhavalssseja eli A-valssseja on noin 220 kappaletta ja kuumanauhavalssseja eli B-valssseja on noin 140 kappaletta, molempia valssseja löytyy varastosta sekä hiottuina että käytettyinä. Valssivaraston kiertonopeus saattaa olla ainoastaan yksi päivä, jos linjan tuotanto käy ongelmitta. Jos hiomon kapasiteetti ei jostakin syystä riitä tuottamaan tarpeeksi työvalsseja tandem-valssaimelle, työvalssien kulutusta voidaan pienentää kierrättämällä valssseja 3. tuolilta 1. ja 2. tuolille, sillä niiden työvalsseilla ei ole niin suuria laatuvaatimuksia.

Yhden valssin hiominen kestää tällä hetkellä noin 30 – 40 minuuttia. Kylmänauhavalssseja hiotaan noin 40 minuuttia, kuumanauhavalssseille riittää lyhyempi hionta-aika, sillä niiden laatuvaatimukset eivät ole niin korkeat kuin kylmänauhavalssseilla. Kylmänauhavalssseista hiotaan joka kerta halkaisijasta 0,02 – 0,05 mm, kuumanauhavalssin halkaisija pienenee hieman enemmän 0,05 – 0,08 mm per hionta. Neljän hiomakoneen laskennallinen kapasiteetti on noin 240 valssia / päivä. Kapasiteetti on kuitenkin laskettu lyhyemmällä hionta-ajalla, mitä se tällä hetkellä on eli todellisuudessa kapasiteetti on alle 200 valssia / päivä. Nykyäänkin on pyrkimyksenä lyhentää hionta-aikaa, mutta korkeat laatuvaatimukset ovat vaikeuttaneet hionta-ajan lyhentämistä. Hiomakoneiden kapasiteetti on hyvin rajallinen ja se on tarkoin laskettu, joten on erittäin tärkeää pitää kaikki hiomakoneet kunnossa.

RAP 5 valssihiomossa on seuraavat laitteet:

- 4 kpl Herkules WS 250 CNC hiomakoneita
- 1 kpl Herkules WS 600 CNC hiomakone
- automaattinen valssien varastointijärjestelmä, Roll Shop Management System (RSMS)
- 3kpl portaalirobotteja valssien siirtoon
- siltanosturi

Valssihiomon toiminta on pitkälle automatisoitua, toimintaa ohjataan ja valvotaan Roll Shop Management System -ohjelmiston avulla. Ohjelma keskustelee varastonhallintaohjelmiston ja hiomakoneiden kanssa ja on lisäksi yhteydessä valssinvaihtovaunuihin ja valssaimen. Työvalssien hionta on täysin automatisoitu. Valssinvaihto tapahtuu myös automaattisesti työ- ja välivalssien osalta. Valssinvaihtoon käytetään valssinvaihtovaunua ja siihen liittyvää valssinvaihtolaitteistoa. Vaunu sisältää paikat hiotulle ja käytetylle välivalssiparille sekä yhden paikan työvalssikasetille, jossa on yhteensä kahdeksan työvalssipaikkaa. Käytettyjä työvalsseja sisältävä valssinvaihtovaunu siirtyy automaattisesti hiomoon ja työvalssit siirtyvät varastoon, josta robotti noutaa valssin kerrallaan hiottavaksi joillekin neljästä Herkules WS 250 -koneesta. Hiomakone suorittaa hionnan ja mittaukset täysin automaattisesti käytetyn hiontaohjelman mukaisesti. Hiotut valssit robotti noutaa takaisin varastoon, josta ne palautetaan valssinvaihtovaunun kaseteissa takaisin valssaimelle. Kuvassa 6 näkyy valssihiomon yhteydessä oleva työvalssien valssivarasto.



**Kuva 6. Valssivarasto**

Herkules WS 250 x 2750 CNC -hiomakoneet ovat työllistäneet paljon kunnossapitoa. Pienille hiomakoneille kohdistettuja töitä löytyi kuti-järjestelmästä vuosien 2004 – 2011 väliltä yli 1000 kappaletta. Lähes puolet töistä oli häiriökorjauksia, loput töistä olivat mm. ajoitettuja ennakkohuoltotöitä ja pieniä muutostöitä. Hiomakoneet ovat erittäin tarkkoja automatisoituja koneita, joilta vaaditaan erittäin hyvää ja tarkkaa laaduntuottokykyä. Pienetkin laatuvirheet hiotuissa valsseissa näkyvät tuotenauhan laadussa.

### **4.3. Hionta**

Hionta on lastuava työstömenetelmä, jossa työstettävän kappaleen pinnasta poistetaan ainetta. Yleisimmin hionnan työkaluna käytetään pyörivää hiomalaikkaa. Hiomalaikka koostuu lukuisista pienistä hiomajyväsistä eli -rakeista, jotka on sidottu yhteen sideaineella. Kun hiomalaikka syöttöliikkeen vaikutuksesta koskettaa työstettävän kappaleen pintaa, hiomajyvät irrottavat pinnasta pieniä lastuja. Hiomajyvien leikkuusärmiä muoto on määrittelemätön, joten hiomajyvät muodostavat työstettävän kappaleen pintaan nähden erisuuruisia rinta- ja päästökulmia. Hiomajyvien on oltava



riittävän kovia, jotta ne pystyvät tunkeutumaan kovaankin työstettävään kappaleeseen ja säilymään mahdollisimman pitkään terävinä. /2/

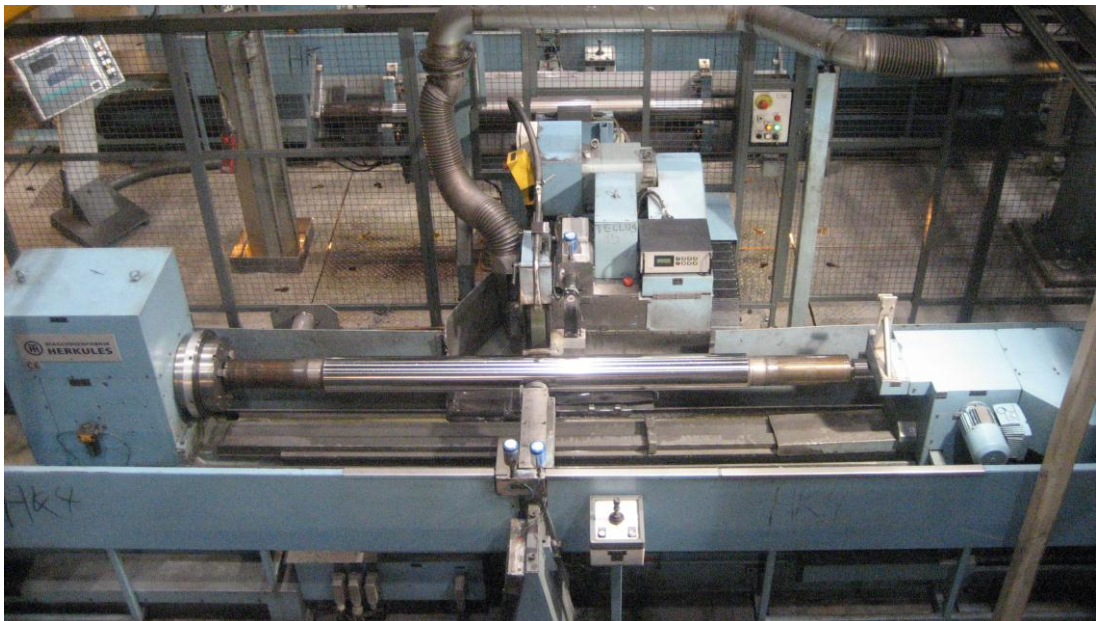
Telahionnan tunnusmerkkinä on osittain erittäin suuri lastuamisarvo telan rouhintahionnan aikana, ennen kaikkea terästeollisuudessa. Teloihin kohdistuu erittäin suuria vaatimuksia pyöreiden, samansuuntaisuuden ja pinnanlaadun suhteen. Hyvän hiontatuloksen kannalta telahionnalta edellytetään virheettömiä hiomakelkan liikejohteita, oikein kiristettyjä ja puhtaita käyttöhihnoja, oikein säädettyä karalaakerointia, tukevasti koneen suuntaisesti asetettua ja tasapainotettua työkappaletta sekä oikein valittua tasapainotettua hiomalaikkaa. /9/, /12/

#### **4.4. Telahiomakone**

Telojen hiontaan käytettävät telahiomakoneet ovat suuria koneyksiköitä. Raskaat telahiomakoneet asennetaan betoniperustuksien päälle. Hiomakoneen perustamisella tarkoitetaan koneen sijoittamista ja kiinnittämistä pysyvästi siihen kohtaan ja sille korkeudelle, jossa sen on tarkoitus toimia. Betoniperustus jousitetaan, jotta rakennustärinät eivät pääse perustuksen kautta vaikuttamaan hiontatulokseen. Jousiyksiköt vaativat erittäin sileän ja vaakasuoran asennuspinnan. Jousivakio mitoitetaan hiomakoneen ja perustuksen massoihin suhteuttaen siten, että ympäristössä olevat tärinälähteet vaimenevat riittävästi, eivätkä aiheuta häiriötä hiontaprosessiin. Hiomakoneen runko kiinnitetään betoniperustukseen säädettävillä koneenaluskengillä eli kiilakengillä. Kiilakengillä vaimennetaan tehokkaasti hiomakoneen aiheuttamaa tärinää. Kone voidaan asentaa niillä vaakasuoraan, sillä jokainen kiilakenkä on mahdollista säätää erikseen. Kun kone on saatu vaakasuoraan asentoon, säätöruuvit lukitaan paikoilleen. /1/, /9/

Telahiomakoneen pääosat ovat johderunko työkappaleen kannatus- ja tukipylkkiä varten, erillinen johderunko hiomakelkkaa varten, karapylkki ja kärkipylkki käyttökoneistoihin, automaattituki ja hiomapää. Erityisesti yksilaikkaisen hiomakoneen johteiden suoruudella ja yhdensuuntaisuudella on erittäin suuret vaatimukset. Runkojohteet ohjaavat hiomalaikan kulkua kiinteästi ja määräävät hiomalaikan radan hiottavaan työkappaleeseen nähden.

Myös työkappale on asetettava huolella samansuuntaisesti hiomakelkan kulun mukaan. Automaattituki tukee työkappaletta hiomalaikan vastaakkaiselta puolelta estäen toispuoleista hiomapainetta. Kuvassa 7 on kuvattu RAP 5 -linjan valssihionon hiomakone 4. Kuvan vasemmassa reunassa on karapylkkä käyttökoneistoiheen ja valssin pyörytyksestä vastaava kynsi-istukka. Oikeassa reunassa puolestaan on kärkipylkkä käyttökoneistoiheen ja kärkipylkän kärkipinoli, joka tukee valssia hionnan aikana. Kuvassa keskellä näkyy hiomapää hiomakivineen ja hiomakiven vastakkaisella puolella automaattituki, joka tukee valssia aina hiomakiveä vasten.



**Kuva 7. Hiomakone 4**

Karapylkkä on asennettu kiinteästi hiomakoneen rungon päälle ja se liikkuu rungossa olevien pitkitäisjohteiden avulla. Karapylkän pääosat ovat käyttökara, säädettävä tasavirta käyttömoottori, moniurahihnavälitys ja käyttökaraan laakeroitu kynsi-istukka. Kynsi-istukka on hiomakoneessa työkappaleen kiinnittämistä ja pyörittämistä varten. Kynsi-istukka toimii paineilmalla. Kynsi-istukan kynnet tarttuvat työkappaleen päästä kiinni ja välittävät akselin pyörimisliikkeen työkappaleelle. Kolme kynttä toimii yhdeksän painejousen avulla. Voimansiirto käyttökaralle tehdään moniurahihnojen välityksellä, ettei työkappaleeseen tulisi värähtelyjä ja nykimistä.

Kärkipylkkä liikkuu karapylkän tavoin hiomakoneen rungossa olevien pitkittäisjohteiden päällä. Kärkipylkän pääosat ovat sen runko ja kärkipinoli. Robotti tuo valssin hiomakoneelle, jolloin kärkipinoli työtyy valssin päätä kohden ja työntää valssin karapylkän kynsien välistä keskiöön, jolloin kynsi-istukan kynnet tarttuvat valssista kiinni. Pinolia ajetaan hydrauliikkasynterillä valssia kohden niin kauan, että voima-anturi ilmoittaa saavutetun paineen. Tämän jälkeen pinoli lukitaan paikoilleen lukitusynterin avulla. Robotille tulee tieto, että valssi on paikoillaan ja se luovuttaa valssin hiomakoneelle.

Automaattinen keskituki on elektronisesti ohjattu yksileukainen tuki, joka on asennettu runkoon hiomakiveä vastapäätä. Tuen leuan liike aikaansaadaan askelmoottorilla, jossa on planeettavaihte. Askelmoottoria ohjataan 1-akseliohjausella. Leuan toimintoja voi säätää ja muokata manuaali- ja automaattitilassa. Hiomaproessin aikana leuka kompensoi aineenpoistoa siten, että paine valssia vastaan ylläpidetään. Kääntöpisteissä tuki liikkuu eteen tai taakse riippuen hiontaparametreista. /12/

Hiomapään tärkeimmät osat ovat hiomalaikka ja hiomakara. Hionnan lastuava terä on hiomalaikka, joka koostuu hiomajyväsistä, sideaineesta ja jyväten väliin jäävistä huokosista. Hiomalaikan ominaisuudet määräävät pitkälti hionnan tuloksen. Hiomakaran laakerointi on yksi hiomakoneen tärkeimpiä kohteita. Laakerointeja on olemassa hydrostaattisia ja öljypaineen mukaan asettuvia hydrodynaamisia rakenteita. Molempien laakereiden toimintaperiaatteena on, että karan pyöriminen tapahtuu öljykalvon varassa. Hiomakoneissa käytetään nykyään lähes poikkeuksetta hydrodynaamista liukulaakeria. Laakeriväläyksen eli öljykalvon paksuuden oikeaan arvoon säätäminen on hiontatuloksen kannalta erittäin tärkeää. Laakerin radiaalinen välys on hiomakiven puolelta 0,06 mm ja moottorin puolelta 0,05 mm, aksiaalinen välys ei saa olla alle 0,03 mm. Hiontapintaan tulevat värinäjäjäljet ja hiomaraidat voivat syntyä väärin asennetuista karalaakereista. Hiomakaran käyttö tapahtuu kiilahihnavälityksellä. Kiilahihnavälityksellä estetään hiomakaralle siirtyvät värähtelyt karan käyttökoneistolta. /2/, /9/

Hiomalaikan kunto pitää aina muistaa tarkistaa ennen asennusta, laikassa ei saa olla halkeamia tai säröjä. Ensin todetaan visuaalisesti laikan hyvä kunto ja sen jälkeen tehdään äänikoe. Laikan annetaan riippua vapaasti esim. metallitangon varassa ja sitä napautetaan

kevyesti muovi- tai puuvasaralla. Kirkas metallinen ääni ilmoittaa, että laikka on kunnossa. Särähtävä ääni ilmoittaa, että laikka on viallinen, joten sitä ei asenneta hiomakaralle. Ennen asennusta on myös tarkistettava, ettei karan pyörimisnopeus ole suurempi kuin hiomalaikan suurin sallittu pyörimisnopeus. Hiomalaikka on aina tasapainotettava, sillä epätasapainossa oleva laikka aiheuttaa pyöriessään tärinää, huonontaa pinnanlaatua, rasittaa koneen laakereita ja heikentää yleensä koneen hiontatulosta. Hiomalaikka tasapainoitetaan aluksi staattisesti kolmen tasapainotuspalan avulla. Hiomalaikka saattaa alkaa pyöriessään väristä, vaikka se olisi staattisesti tasapainotettu. Syynä tähän on se, ettei hiomalaikka ole dynaamisesti tasapainossa. Dynaaminen epätasapainotilanne syntyy siitä, kun kappaleen puolikkaiden painopisteet eivät yhdy pyörimisakseliin. Erittäin hyväpintaisiin ja tarkkoihin hiomatöihin pelkkä staattinen tasapainotus ei riitä. Tällöin tarvitaan myös dynaamista tasapainotusta, joka vaatii erityislaitteet. /1/, /2/

#### 4.5. Herkules WS 250 x 2750 CNC -telahiomakoneen tekniset tiedot

Taulukossa 2 on esitetty RAP 5 valssihiomossa olevien pienten hiomakoneiden tekniset tiedot.

##### Taulukko 2. Herkules WS 250 x 2750 CNC telahiomakoneen tekniset tiedot

###### Päämitat

Tarvittava lattiapinta-ala	9,5 m x 3,0 m
Keskiöiden välimatka	2,650 mm
Hiomapituus	2,750 mm
Telan maksimihiomahalkaisija	400 mm
Telan minimihiomahalkaisija	0 mm
Telan maksimipaino	500 kg

###### Hiomapää

Automaattinen sisäänsyöttö kääntöpisteissä	0,001 – 0,09 mm
Jatkuva syöttö	0,01 – 0,2 mm/min
Kokonaissyöttö	0,01 – 10 mm
Käyttömomentti	4 Nm
Hiomakiven maksimitat	610 x 60 x 203 mm
Hiomakiven nopeusalue	520 – 1,320 1/min
Hiomakiven maksimikäyttöteho	15 kW

###### Karapylkkä

Nopeusalue	16 – 160 1/min
Käyttömomentti	27 Nm

###### Kärkipylkkä

Keskiöholkin hydraulinen siirto	150 mm
Keskiön paine, alue 0 – 25 bar	0 – 200 kp = daN
Keskiön paine, alue 0 – 100 bar	0 – 800 kp = daN

###### Hiomakelkka

Syötöt	50 – 4,000 mm/min
Ohjaussauva, esivalinta nopea liike (max)	4,000 mm/min
Ohjaussauva, esivalinta hidas liike (max)	400 mm/min
Käyttömomentti	20 Nm

## 5. HIOMAKONEIDEN KUNNOSSAPITO

Hiomakone vaatii jatkuvaa ja säännöllistä huoltoa pysyäkseen käyttökunnossa. Koneen käyttöikä ja tarvittavien laatuvaatimusten säilyttäminen riippuvat pitkälti siitä, kuinka konetta on huollettu. Myös työturvallisuuden huomioiminen edellyttää, että hiomakonetta hoidetaan hyvin. Koneen valmistaja laatii yleensä käyttö- ja huolto-ohjeet, joihin jokaisen koneen käyttäjän tulisi tutustua huolellisesti. Ohjeita tulisi noudattaa mahdollisimman hyvin. Usein kuitenkin useamman vuoden kokemuksen saattelemina koneen huolto-ohjeisiin tehdään muutoksia, sillä valmistajan huolto-ohjeet sisältävät paljon aikaa vieviä varmistustöitä. Töiden vähentämisessä täytyy olla tarkkana, jotta koneen käytettävyys ja laatuvaatimukset säilyvät riittävän korkealla tasolla. Yksi tärkeä osa hiomakoneen huollosta on sen säännöllinen ja oikein suoritettu voitelu. Jokaisen koneen voitelujärjestelmään tulisi tutustua huolella ja voitelua tulee seurata päivittäin. Hiomakoneiden kunnossapito voidaan jakaa päivittäin ja tarpeen mukaan suoritettaviin huoltotoimenpiteisiin sekä määräaikaisiin huoltoihin. Päivittäin suoritettavia huoltotoimenpiteitä ovat mm. siisteydestä huolehtiminen ja voitelun tarkistus. Määräaikaisiin huoltoihin lukeutuvat päiväseisokeissa ja vuosihuolloissa tehtävät kunnossapitotyöt, joita ovat muun muassa voiteluaineen vaihto ja laakerivälysten tarkistus.

RAP 5 -linjan pienet hiomakoneet huolletaan normaalisti kuuden viikon välein. Joka kolmas viikko on linjan huoltoseisokki, jokaisessa huoltoseisokissa huolletaan aina kaksi neljästä hiomakoneesta. Kunnossapitotyöt täytyy suunnitella niin, että ne ehditään tehdä työpäivän aikana. Huoltoseisokin toimenpiteet on määritelty hiomon alkuaikoina, joten ne ovat jo lähes kymmenen vuotta vanhoja. Kunnossapitotoimenpiteet on tiivistetty valmistajan määrittelemistä tarkistustöistä, joita on reilu 200. Valmistajan tarkistuslistasta on jätetty ulkopuolelle kaikki sellaiset toimenpiteet, jotka on uskottu voivan suorittaa vuosihuolloissa. Vuosihuolto on kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. Kaikki nykyiset huoltotoimenpiteet eivät kuitenkaan ole tarpeellisia ja kaikkia huoltotöitä ei tehdä tarkalleen nykyisen huolto-ohjeen mukaan. Joitakin huoltotöitä pitäisi puolestaan lisätä, jotta hiomakoneiden kunto saataisiin mahdollisimman hyväksi. Uusi ennakkohuolto-ohjelma tulee vastaamaan paremmin hiomakoneiden nykyistä huoltotarvetta.

Häiriökorjauksia hiomakoneille tehdään viikoittain. Hiomakoneiden rajallisen kapasiteetin vuoksi häiriöt täytyy korjata mahdollisimman pian, joten yleensä ei ole mahdollista siirtää häiriökorjausta huoltoseisokkiin. Hiomakoneet sijaitsevat omalla turva-alueella, joka on eristetty turva-aidoin muusta ympäristöstä. Kolme neljästä hiomakoneesta sijaitsee samalla turva-alueella ja neljäs hiomakone on omalla turva-alueella. Turva-alueelle voi mennä työskentelemään hionta-aikana, jolloin hiomakoneiden toiminta ei häiriinny, mutta valssien siirtoon tarkoitettujen robottien toimintaa estyy. Jotta hiomon tuotanto voidaan pitää vaadituissa rajoissa, täytyy tuotannon aikana suoritettavat häiriökorjaukset tehdä noin 10 minuutin pätkissä kolmen hiomakoneen turva-alueella. Neljännen hiomakoneen erottamisella omalle turva-alueelle on haettu mahdollisuutta testata ja kehittää hiomaohjelmia häiritsemättä kolmen muun koneen toimintaa

### **5.1. Hiomakoneiden RCM-analyysi**

Hiomakoneet jaettiin työn alussa kuuteen eri laiteosaan toimintojen perusteella. Nämä laiteosat ovat perustus ja runko, hiomakelkka, karapylkkä, kärkipylkkä, hiomapää ja automaattituki. Lisäksi työssä huomioitiin voitelu-, hydraulikka- ja ohjausjärjestelmät. Jokaiselle laiteosalle lukuun ottamatta perustusta ja runkoa tehtiin RCM-analyysi. Perustus ja runko jätettiin RCM-analyysin ulkopuolelle, sillä niissä esiintyvät vikamahdollisuudet ovat vähäisiä. Analyysin pohjana käytettiin Outokummulle kehitettyä RCM-lomaketta. Lomake jakautuu kahteen eri osaan informaatio- ja päätöksenteko-osiin. Informaatio-osiota tehtäessä suoritettiin seuraavanlaiset RCM-analyysin mukaiset perusaskleet:

- laiteosan toimintojen määrittäminen
- mahdollisten toiminnallisten vikojen määrittäminen
- laite / komponentti, joka aiheuttaa toiminnallisen vian
- vikamuoto (laite + vika)
- vian aiheuttaja
- vian aiheuttajan tarkennus
- arvioitu vikaväli
- vian luonne satunnainen vai toistuva

- vian vaikutus
- arvioitu MTTR
- vian seuraus

Informaatio-osion myötä siirryttiin RCM-analyysin päätöksenteko-osioon. Päätöksenteko-osiossa pohdittiin seuraavia asioita:

- suositeltava toimenpide vikaantumiselle, korjaava vai ennakkoiva kunnossapito
- huoltoväli eli kuinka usein toimenpide täytyy tehdä
- resurssit, kuka toimenpiteen suorittaa ja kauanko siihen menee
- varaosien tarve
- muut huomiotavat asiat

Työ aloitettiin RCM-analyysin informaatio-osion teolla, analyysia tehtiin jokaisen laiteosan ja järjestelmän osalta niin pitkälle kuin se ennakkotietojen perusteella oli mahdollista. Tämän jälkeen perustettiin työryhmä, jonka kanssa pidettiin palavereita. Palavereissa käytiin läpi jokaisen laiteosan ja järjestelmän RCM-lomake. Työryhmään kuului käytön puolelta hioja ja hiomon työnjohtaja ja kunnossapidon puolelta työryhmään kuuluivat työjohtajat mekaniikka ja sähköpuolelta sekä asentajia. Työryhmän perustamisessa oli tärkeää, että siihen saatiin hiomakoneiden asiantuntijoita usealta eri alueelta. Työryhmän laajan ja moninaisen tiedon ansiosta RCM-analyysi voitiin jatkaa loppuun saakka ja analyysissa voitiin ottaa huomioon useampi eri näkökulma. RCM-analyysin tulosten perusteella tehtiin pohja hiomakoneiden uudelle ennakkohuolto-ohjelmalle. Analyysissa nousi esille myös tärkeitä varaosia, joita ei välttämättä ollut koskaan vaihdettu eikä niitä ollut varastossakaan.



## 5.2. Hiomakoneiden häiriöt

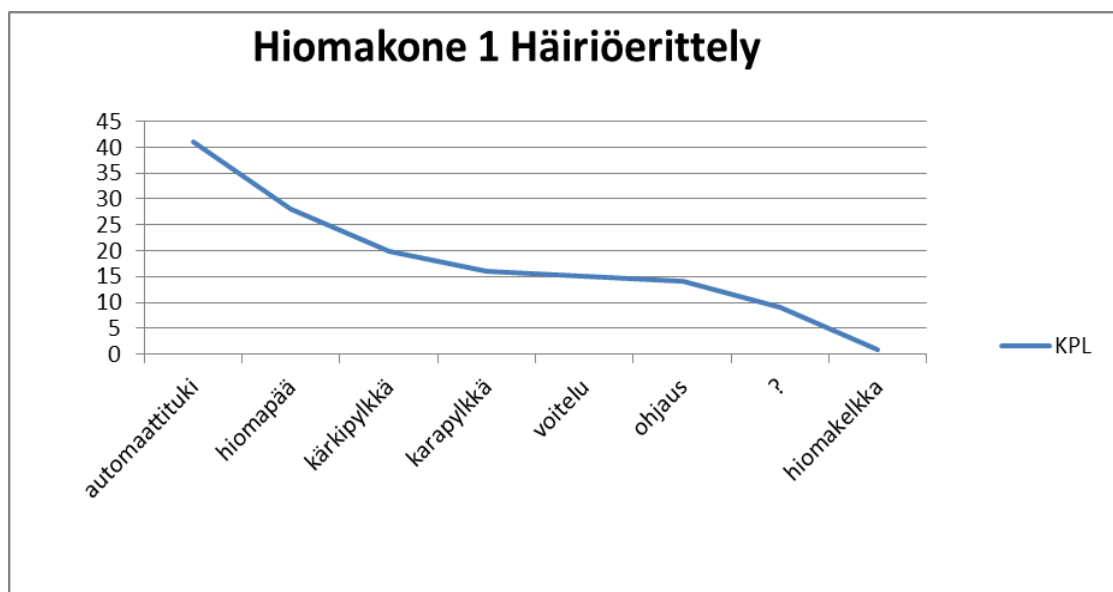
Kunnossapidontietojärjestelmästä eli kutista tarkasteltiin hiomakoneiden vikoja ja häiriöitä koko kuti-historian ajalta eli vuodesta 2004 vuoteen 2011. Kutilta siirrettiin Exceliin kaikki pienille hiomakoneille kohdistetut työt vuoden 2011 lokakuun alussa, joten viimeisen vuoden tapahtumat ovat paria kuukautta lyhyemmältä ajalta kuin muiden vuosien. Exceliä käytettiin työn pohjana hiomakoneiden vikojen ja häiriöiden selvittelyssä. Kunnossapidontietojärjestelmässä hiomakoneet ovat omina yksiköinään, joten niiden häiriötkin päätettiin tarkastella erikseen kaikilta neljältä hiomakoneelta. Excelissä kuti-työt jaoteltiin vielä konekohtaisuutta tarkemmin. Jokaisen hiomakoneen kuti-työt kohdistettiin oikean laiteosan lisäksi vielä laiteosan komponentille. Tällä tavalla saatiin selville, mikä laiteosa ja komponentti häiriön tai vikaantumisen aiheutti. Kutilta löytyi liian paljon sellaisia töitä, joita ei voitu kohdistaa suoraan millekään laiteosista tai komponenteista. Kuti-töitä tehdessä ja kommentoidessa pitäisikin mahdollisimman tarkasti kirjoittaa vikaantumisen syy. Kutilta löytyi alkujaan lähes 1500 hiomakoneille kohdistettua työtä. Tarkastelusta jätettiin kuitenkin ulkopuolelle kaikki ajoitetut ennakkohuoltotyöt, joten jäljelle jäivät ainoastaan suunnittelemattomat työt. Töiden määrää saatiin vielä pienennettyä poistamalla joukosta työt, jotka eivät liittyneet hiomakoneiden kunnossapitoon, kuten turva-aidan asennus. Lopulta tarkasteltavaksi jäi noin 500 työtä.

Jokaisen hiomakoneen häiriöistä tehtiin oma häiriöerittely, lisäksi tehtiin vielä yhteenvetona kaikkien hiomakoneiden yhteinen häiriöerittely. Häiriöerittelyissä hiomakoneiden häiriöt kohdistettiin häiriön aiheuttavalle laiteosalle. Häiriöerittelyistä näki, että häiriöt olivat pääasiassa samanlaisia kaikilla hiomakoneilla. Häiriöitä hiomakoneisiin aiheuttivat jonkin verran myös muut tekijät kuin mitkä häiriöerittelyissä on esitelty. Yksi tällainen häiriönaiheuttaja on hiomanestejärjestelmä. Koska työn alussa määriteltiin laiteosat ja järjestelmät, joiden vikaantumisia tarkastellaan, eikä hiomanestejärjestelmä kuulunut näihin, päätettiin se jättää häiriöerittelyistä kokonaan pois. Hiomakoneiden kokonaishäiriömäärin tällaiset häiriöt kuitenkin laskettiin mukaan, jotta saatiin käsitys siitä kuinka paljon hiomakoneet ovat kaikkiaan aiheuttaneet häiriöitä. Hiomakoneiden RCM-analyysissä hyödynnettiin hiomakoneiden vikahistoriaa ja häiriöerittelyiden tuloksia.

Hiomakoneiden konekohtaisissa häiriölukumäärissä oli suurta eroa, esim. hiomakone 1:lle oli kohdistunut noin 40 % enemmän häiriöitä kuin hiomakone 2:lle. Tätä ei kuitenkaan voi liian tarkastella liian mustavalkoisesti, sillä kuti-töitä ei välttämättä ole kohdistettu aina oikealle hiomakoneelle. Hiomakone 1 on kuti-hierarkiassa ensimmäisenä vaihtoehtona kaikista hiomakoneista, joten sen alle on saatettu tehdä jonkin verran muidenkin hiomakoneiden töitä.

### 5.2.1. Hiomakone 1

Kuvassa 8 on hiomakoneen 1 häiriöerittely vuosien 2004 – 2011 väliltä. Häiriöitä oli kirjattu tuolta ajalta kuti-järjestelmään noin 160 kappaletta. Eniten häiriöitä aiheuttivat järjestyksessä automaattituki 41 kpl, hiomapää 28 kpl, kärkipylkkä 20 kpl ja karapylkkä 16 kpl. Häiriöistä 9 kpl oli määrittelemättömiä, eli niitä ei kuti-töiden perusteella voinut kohdistaa suoraan millekään laiteosalle.



**Kuva 8. Hiomakoneen 1 häiriö erittely**

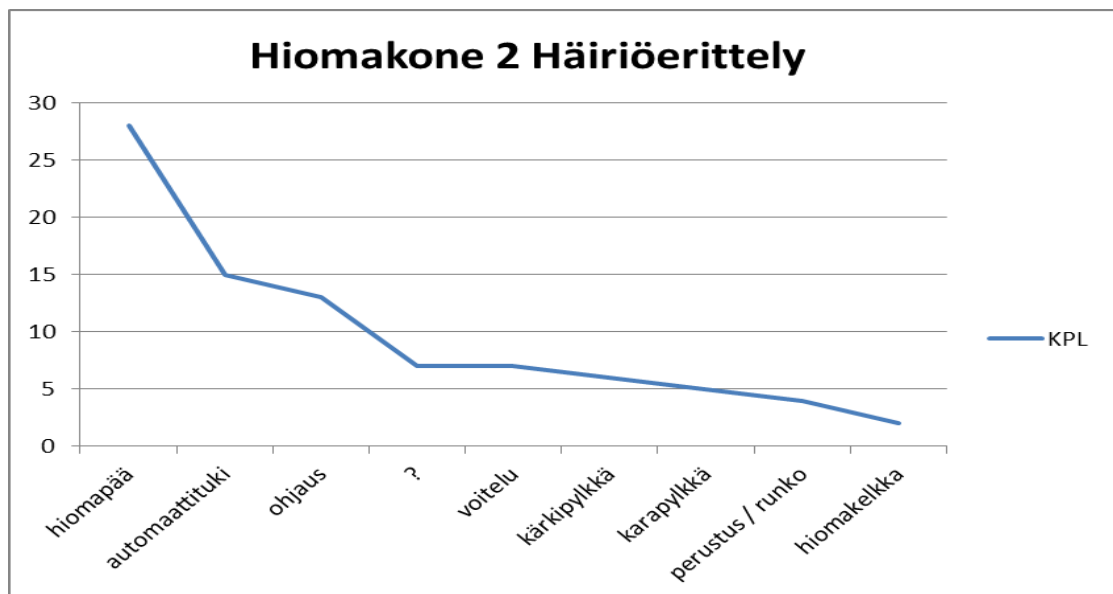
Eniten häiriöitä aiheuttavien laiteosien pääasialliset häiriöt ovat toistuvia eli samat häiriöt toistuvat useamman kerran. Hiomakoneesta löytyy kuitenkin useampia erilaisia häiriöitä, mutta pääasiassa häiriöt johtuvat toistuvista vioista samoissa laiteosissa. Toistuva vika on esimerkiksi kärkipylkän pinolin aiheuttamat häiriöt, jotka pääasiassa johtuvat pinolin

jumittumisesta. Vikaa on korjattu mm. pinolin puhdistuksella ja voitelulla sekä koputtelulla, joka ei pidemmän päälle ole oikea kunnossapidon keino. Pinolin lukituksessa on myös ollut ongelmia, eli lukitussylinteri ei jostakin syystä löysää pinolista.

Automaattituen suuresta häiriömäärästä huolimatta se ei enää tällä hetkellä ole suurin ongelmien aiheuttaja hiomakone 1:lle, sillä vuonna 2011 lokakuuhun mennessä sille ei ole kohdistettu yhtään työtä. Automaattituen suuri häiriömäärä johtuu osittain vuonna 2007 tehdystä kehitysprojektista, jossa tarkasteltiin automaattituen toimintaa ja häiriöitä. Hiomakoneen 1 automaattituki oli projektin aikana muutosten ja testauksien kohteena, joten suuri osa vuoden 2007 automaattituen kuti-töistä on kehitysprojektista johtuvia. Kehitysprojekti on tuottanut tuloksia ja nykyään automaattituen häiriöitä on huomattavasti vähemmän. Liitteen 1 kuvassa 16 näkyy hiomakoneen vuosittaiset häiriölukumäärät. Hiomakone 1:den osalta tärkeämpää on keskittyä viime vuosina enemmän häiriöitä aiheuttaviin laiteosiin, kuten kärkipylkkään. Kärkipylkän häiriöistä suurimman osan aiheuttivat pinoli ja keskiö, joten näiden häiriöiden korjaamiseen tulisi keskittyä.

### **5.2.2. Hiomakone 2**

Hiomakone 2:lle häiriöitä oli kohdistettu noin 100 kappaletta vuosien 2004 – 2011 välillä. Kuvasta 9 näkee, kuinka hiomakoneen häiriöt jakautuvat eri laiteosien kesken. Eniten häiriöitä aiheuttivat hiomapää 28 kpl, automaattituki 15 kpl ja ohjausjärjestelmä 13 kpl. Määrittelemättömiä häiriöitä oli 7 kpl eli niitä ei voitu kohdistaa millekään laiteosalle.

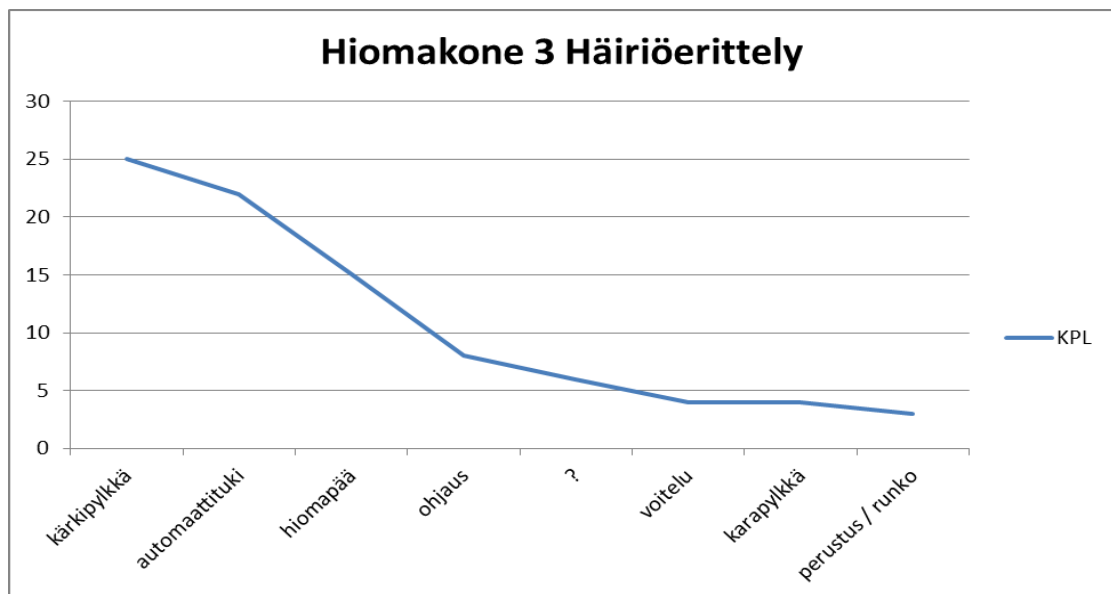


**Kuva 9. Hiomakoneen 2 häiriöerittely**

Viime vuosinakin häiriöitä ovat aiheuttaneet koko kuti-historian ajan eniten häiriöitä aiheuttaneet hiomapää ja automaattituki. Liitteen 1 kuvasta 17 näkee paremmin hiomakone 2 häiriöiden vuosittaisen jakautumisen. Hiomapään häiriöistä jopa 62 % johtui mittalaitteen häiriöistä, loput häiriöt olivat yksittäisiä vikoja hiomapään muissa osissa. Mittalaitteen häiriöiden tarkemmassa tutkimisessa selvisi, että häiriöitä ovat aiheuttaneet useammat eri tekijät. Pääasiassa häiriöt liittyvät kuitenkin mittalaitteen liikkeen virheisiin ja anturihäiriöihin. Automaattituen häiriöistä suurin osa liittyy anturien ja rajojen häiriöihin.

### 5.2.3. Hiomakone 3

Hiomakone 3:lle häiriöitä kohdistui noin 100 kappaletta. Kuvasta 10 näkee häiriöiden jakautumisen eri laiteosien kesken. Eniten häiriöitä aiheuttivat kärkipylkkä 25 kpl, automaattituki 22 kpl ja hiomapää 15 kpl. Häiriöitä 6 kpl ei voitu kohdistaa suoraan millekään laiteosalle.



**Kuva 10. Hiomakoneen 3 häiriöerittely**

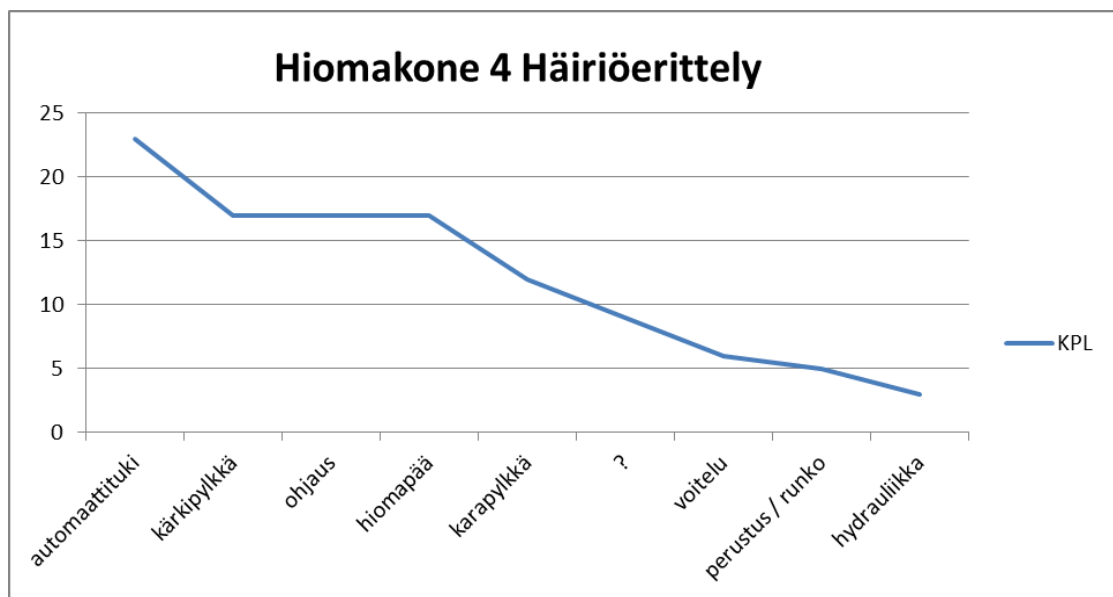
Liitteen 1 kuvasta 18 näkee, että eniten häiriöitä koko kuti-historian ajalla aiheuttaneet kärkipylkkä, automaattituki ja hiomapää ovat edelleenkin viime vuosien aikana aiheuttaneet suurimman osan hiomakoneen 3 häiriöistä. Hiomapäälle ei ole vuonna 2011 kohdistettu yhtään häiriötä, mutta vuonna 2010 se on ollut eniten häiriöitä aiheuttanut laiteosa, joten se on hyvä ottaa huomioon ennakkohuolto-ohjelman suunnittelussa.

Kärkipylkkässä on hiomakone 1 tapaan eniten häiriöitä pinolissa ja keskiössä. Pinolin ja keskiön yleisin häiriösyy on ollut jumi. Ne eivät ole erilaisista syistä johtuen pystyneet tekemään niille määrättyä liikettä ja ovat aiheuttaneet ongelmia hiontaprosessiin. Joskus hionta on keskeytynyt kokonaan tai sitten valssiin on tullut tärinästä aiheutuvaa laatuvirhettä. Hiomapäässä häiriöitä on ollut muidenkin hiomakoneiden tapaan mittalaitteessa. Hiomakara on myös aiheuttanut muutamia häiriökorjauksia.

#### **5.2.4. Hiomakone 4**

Hiomakone 4 häiriöitä on ollut vuosien 2004 ja 2011 välillä noin 130 kappaletta. Kuvasta 11 näkee häiriöiden jakautumisen eri laiteosien kesken. Eniten häiriöitä ovat aiheuttaneet automaattituen viat, niitä on ollut yhteensä 23 kpl. Liitteen 1 Kuvasta 19 huomaa, että

vuonna 2010 automaattitukien häiriöt näyttivät olevan huipussaan ja vuonna 2011 on tapahtunut selvää parannusta. Tästä huolimatta automaattituen vikoihin on hyvä paneutua, sillä tuet aiheuttavat edelleen erittäin suuren osan kaikista hiomakoneiden häiriöistä. Muita paljon häiriöitä aiheuttavia laiteosia ovat olleet kärkipylkkä ja hiomapää kummallakin häiriöitä on ollut häiriöitä 17 kpl, ohjausjärjestelmään liittyviä häiriöitä on myös ollut 17 kpl. Häiriöitä, joita ei voitu kohdistaa millekään laiteosista oli 9 kpl.



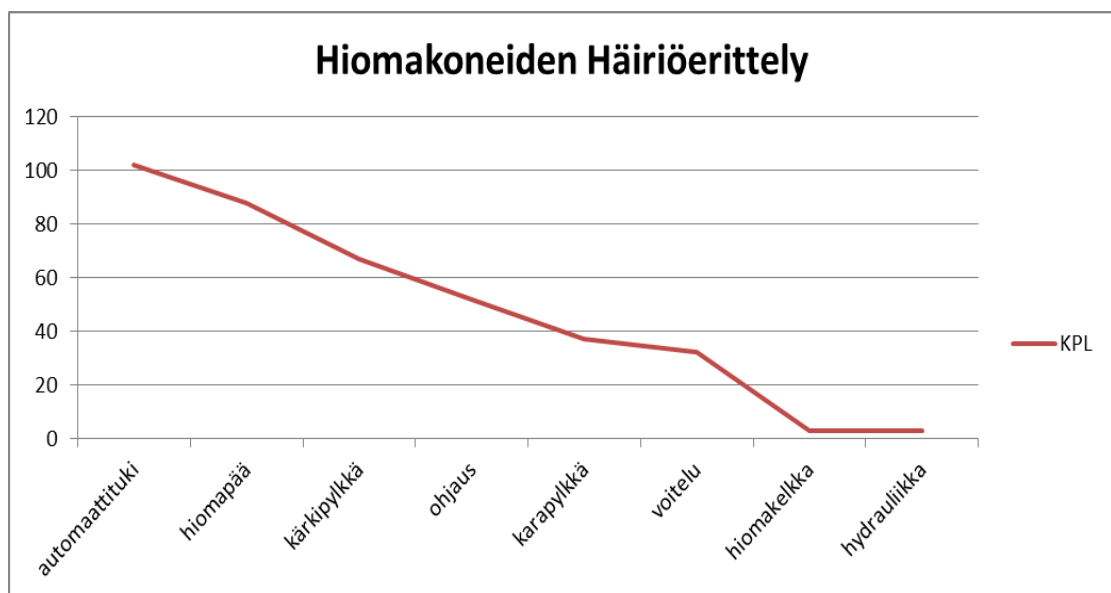
**Kuva 11. Hiomakoneen 4 häiriöerittely**

Automaattituen häiriöiden tarkemmasta tutkimisesta selvisi, että anturit ja rajat ovat aiheuttaneet suurimman osan automaattituen vioista. Toinen paljon häiriöitä aiheuttanut vika on ollut tuen jumissa oleminen. Tätä vikaa ei ole kuti-toissa tarkemmin määritelty eli ei ole kerrottu syytä tuen jumissa olemiseen ja tästä syystä ei ole tarkkaa tietoa mikä vika on aiheuttanut tuen jumimisen.

### 5.2.5. Yhteenveto hiomakoneiden häiriöistä

Kuvassa 12 on kaikkien hiomakoneiden yhteinen häiriöerittely. Eniten häiriöitä hiomakoneissa on aiheuttanut automaattituki. Täytyy kuitenkin huomata, että vuoden 2008 jälkeen automaattitukien häiriöt ovat huomattavasti vähentyneet, vaikkakin niitä on

edelleen liikaa. Hiomakoneilla on varastossa yksi yhteinen vara-automaattituki, joka vaihdetaan tarpeen vaatiessa. Epäselvän häiriön tai useamman tunnin vievän häiriön yhteydessä vaihdetaan uusi huollettu automaattituki ja huolletaan vioittunut tuki korjaamalla. Automaattituelle on suunniteltu tiivistyksen ja antureiden kehittämistä. Paremmalla tiivistyksellä automaattituki ei likaantuisi sisältä ja monet häiriöistä estyisivät tällä. Automaattituen liikkeen takarajan ja eturajan antureiden tunnistusetaisyys on 0,5 mm, joka on erittäin pieni arvo. Automaattituen takarajan ja eturajan tunnistaa kierteillä kiinnitetty tappi, joka on tunnistettavalta osalta tasainen ja muutoin pyöreä. Jos tappi on päässyt hiemankin liikahtamaan, ei anturi välttämättä tunnista sitä, sillä tunnistettavan kappaleen pinta-ala voi olla liian pieni. Myös anturi on joskus päässyt liikahtamaan sen verran, että se ei enää tunnista tappia. Anturin tunnistusetaisyyden kasvattamisella saataisiin tämä ongelma ratkaistua. Tällä hetkellä ainoa ennakoivan kunnossapidon keino on tarkistaa tapin ja antureiden kunto.



**Kuva 12. Hiomakoneiden yhteinen häiriöerittely**

Toiseksi eniten häiriöitä on aiheuttanut hiomapää ja hiomapäästä etenkin valssin profiilin mittalaite. Haastattelemalla hiojia selvisi, että he eivät pysty täysin luottamaan mittalaitteen toimintaan. Esimerkiksi valssin halkaisijan mittatulos ei ole hiojien mukaan luotettava, joten välillä he joutuvat muuttamaan mitta-arvoa lähemmäksi todellisuutta. Hiomakoneille on suunniteltu hankittavaksi uudet mittalaitteet mittatuloksen luotettavuuden

parantamiseksi, mutta tämä investointi odottaa vielä rahoitusta. On luonnollista, että mittalaitteen epävarmuus kasvaa ajan kuluessa. Tähän vaikuttavat etenkin ympäristöolosuhteet, kuluminen, likaantuminen ja vanheneminen. Epävarmuuden vähentämiseksi mittalaite tulisi puhdistaa ja kalibroida säännöllisesti.

Kärkipylkässä on myös ollut vuosien varrella lukuisia häiriöitä, kärkipylkän häiriöitä ovat aiheuttaneet etenkin pinoli ja keskiö. Keskittymällä niiden häiriöiden vähentämiseen vaikutetaan suureen osaan kärkipylkän häiriöistä.

Karapylkän häiriöistä lähes kaikki liittyivät Röhmin pakkaan eli kynsi-istukkaan. Kynsi-istukka tarttuu paineilman avulla kolmella kynnellä valssin päästä kiinni ja välittää näin akselin pyörimisliikkeen valssille. Suuri osa kynsi-istukan häiriöistä onkin liittynyt paineilma häiriöihin. Hiontaneste on aiheuttanut myös ongelmia kynsi-istukassa. Hiontaneste on päässyt tunkeutumaan kynsi-istukan tiivisteiden läpi, aiheuttaen Röhmin pakan sisäistä ruostumista. Hiomakoneille on olemassa yksi yhteinen varapakka, jota kierrätetään neljän hiomakoneen kesken. Vuosihuolloissa voidaan vaihtaa ennakoidusti uusi kunnostettu Röhmin pakka, jos epäillään käytössä olevan pakan olevan huollon tarpeessa. Lisäksi jos vuosihuoltojen välillä Röhmin pakka rikkoutuu sisäisesti, vaihdetaan varapakka tilalle ja huolletaan vioittunut pakka korjaamalla.

Kaikissa hiomakoneissa on sekä toistuvia että harvinaisempia häiriöitä. Etenkin toistuvien häiriöiden estämiseen on syytä keskittyä, sillä niillä pystytään vaikuttamaan suureen osaan hiomakoneiden häiriöistä. Koska kaikkia kuti-töitä ei ole kommentoitu riittävän tarkasti, eivät häiriöerittelytkään ole täysin tarkkoja. Kuti-järjestelmästä löytyi esimerkiksi useampia töitä, joissa viitattiin mittalaitteen tai keskiön aiheuttamiin häiriöihin selvittämättä sen tarkemmin häiriön alkuperää. Hiomakoneissa on kaksi mittalaitetta: hiomapäässä sijaitseva valssin profiilin mittalaite ja kärkipylkässä sijaitseva hiomakiven halkaisijan mittalaite. Jos häiriötä ei voitu paikantaa toiselle mittalaitteista, otettiin häiriö mukaan vain hiomakoneen yhteenlasketussa häiriölukumäärässä eikä sitä huomioitu millään tavalla laiteosien häiriölukumäärissä. Keskiöillä on sama tilanne kuin mittalaitteilla, sekä kärkipylkässä että karapylkässä on omat keskiökärjet. Kuti-töiden perusteella ei aina voitu selvittää kummasta keskiöstä oli kyse, tällaiset tapaukset



huomioitiin myös pelkästään hiomakoneen yhteenlasketussa häiriölukumäärässä. Nämä tapaukset huomioitiin kuitenkin uuden ennakkohuolto-ohjelman suunnittelussa, vaikka ne eivät häiriöerittelyissä näykään.

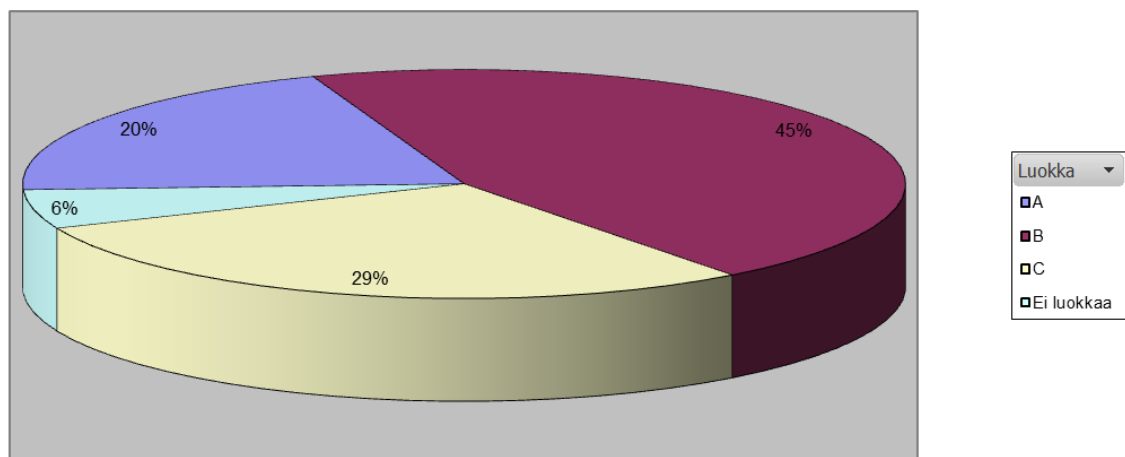
### **5.3. Ennakkohuoltosuunnitelma**

Kaikki neljä hiomakonetta ovat toiminnaltaan samanlaisia, joten kaikille käy samanlainen ennakkohuoltosuunnitelma. Häiriöerittelyistä näkee kuitenkin, että eri hiomakoneilla on ollut eri laiteosiin painottuvia häiriöitä. Näitä ei kannata katsoa kuitenkaan liian mustavalkoisesti, sillä kuti-työtä tehdessä häiriötä ei ole aina kohdistettu oikealle hiomakoneelle. Ennakkohuolto-ohjelmaa suunniteltaessa onkin järkevämpää keskittyä kaikissa hiomakoneissa yhteensä eniten häiriöitä aiheuttaviin laiteosiin. Jokaisen hiomakoneen häiriöiden kärkipäästä löytyvät useimmiten samat laiteosat, automaattituki, hiomapää, kärkipylkkä, karapylkkä ja toisaalta myös voitelu. Ennakkohuolto-ohjelmassa on hyvä ottaa kantaa myös vähemmän häiriöitä aiheuttaviin osiin, kuten hiomapään hiontakaraan. Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelun apuna käytetään häiriöerittelyitä, RCM-analyysia sekä kunnossapidon työnohtajien, asentajien ja käyttöhenkilöstön näkemyksiä.

Ennakkohuoltosuunnitelmassa on huomioitu kolmen viikon välein olevat päiväseisokit ja puolen vuoden välein olevat vuosihuollot. Sekä päiväseisokkeihin että vuosihuoltoihin suunniteltiin omat huoltolistat, joita käytetään kaikille neljälle hiomakoneelle. Hiojien käyttöön suunniteltiin myös oma toimenpidelistat, jossa on päivittäin, viikoittain ja kuukausittain tehtäviä huoltotoimenpiteitä. Päiväseisokeissa tehtävät huoltotyöt esitellään liitteessä 4, vuosihuolloissa tehtävät huoltotyöt esitellään liitteessä 5 ja käyttäjien huoltotyöt esitellään liitteessä 6.

## 6. HIOMAKONEIDEN VARAOSIEN TARKASTELU

Vuonna 2009 tehtiin OK1 -projekti koskien RAP 5 -linjan laitteiden kriittisyyttä. Projektissa luokiteltiin linjan laitteet kriittisyyden perusteella A-, B- ja C-luokkiin. Laitteita oli yhteensä 834 kappaletta, joista kriittisiksi eli A-luokan laitteiksi arvioitiin 169 kappaletta. Kuvassa 13 näkyy, kuinka linjan laitteet jakautuivat prosentuaalisesti A-, B- ja C-luokkien kesken.



**Kuva 13. RAP 5 -linjan laitteiden jakautuminen luokittain**

Kriittisyysluokittelun perustana käytettiin liitteessä 8 olevaa kertoimenvalintataulukkoa. Taulukossa otettiin huomioon kriittisyys prosessin kannalta, häiriöherkkyys, huollettavuus, turvallisuus ja laatu. Jokaiselle kriittisyystekijälle määriteltiin painoarvo, joka vaihteli 10 – 30:n välillä. Kerroin määräytyi projektiin osallistuneiden näkemyksestä, kuinka suuren riskin / haitan mikäkin kriittisyystekijä prosessille aiheuttaisi. Laitteet, jotka määriteltiin A-luokan laitteiksi, saivat kriittisyysanalyysissä vähintään 420 pistettä, B-luokan laitteet saivat 230 – 419 pistettä ja C-luokan laitteet saivat alle 230 pistettä. Hiomakoneet saivat pisteitä 415, joten ne ovat B-luokan laitteita. Pisteet ovat kuitenkin erittäin lähellä A-luokan laitteiden rajaa ja käytännössä hiomakoneet onkin todettu melko kriittisiksi laitteiksi, vaikka ne eivät suoraan tuotantoon vaikutakaan. Hiomakoneiden aiheuttamat hiontavirheet valsseissa näkyvät usein vasta tuotenauhan laadusta. Hiomakoneiden häiriöt ja niiden korjaukset eivät vaikuta aluksi tuotantoon, mutta jos häiriökorjaus vie päiviä tai kaksi hiomakonetta rikkoutuu samaan aikaan, ei tandem-valssaimelle pystytä tuottamaan

tarpeeksi nopeaa uusia hiottuja työvalsseja. Taulukossa 3 näkyy OK1 -projektin tuloksena saadut kriittisyysanalyysin pistemäärät pienten hiomakoneiden osalta.

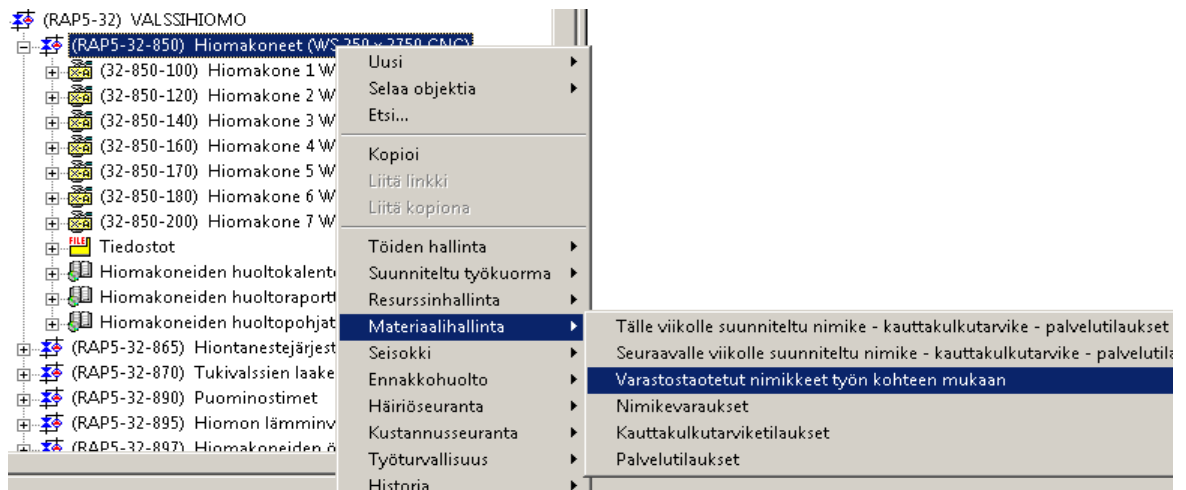
**Taulukko 3. Hiomakoneiden kriittisyysanalyysissa saamat pisteet**

	Luokka	Pisteet	Kriittisyys pros. kannalta		Häiriöherkkyy s		Huollettavuus		Turvallisuus		Laatu	
Laitteisto		P	P <sub>k</sub>	K <sub>k</sub>	P <sub>h</sub>	K <sub>h</sub>	P <sub>hu</sub>	K <sub>hu</sub>	P <sub>t</sub>	K <sub>t</sub>	P <sub>l</sub>	K <sub>l</sub>
Hiomakoneet	B	415	30	2	25	8	15	3	10	1	20	5
Hiomakone 1	B	415	30	2	25	8	15	3	10	1	20	5
Hiomakone 2	B	415	30	2	25	8	15	3	10	1	20	5
Hiomakone 3	B	415	30	2	25	8	15	3	10	1	20	5
Hiomakone 4	B	415	30	2	25	8	15	3	10	1	20	5

## 6.1. Kunnossapitonimikkeiden selvittäminen

Outokummulla varaston hallinta tapahtuu tiedonhallintajärjestelmä SAP:n (System Applications and Products in Data Processing) kautta. Jokaiselle varastoitavalle tuotteelle on luotu oma SAP-koodi eli tarvikenimike. SAP-koodista käytetään lyhennettä sako. Outokummulla on Tornion tehtaalla käytössä noin 60 000 kunnossapidon tarvikenimikettä ja RAP 5:n varastosta kunnossapidon tarvikenimikkeitä löytyy reilut 4000 kappaletta.

Varaosien tarkastelu aloitettiin etsimällä RCM-analyysin perusteella tärkeiksi osoittautuneille varaosille sako-koodit kunnossapidontietojärjestelmästä. RCM-analyysin päätöksenteko-osion viimeisenä vaiheena oli määrittää tarvittavat varaosat suositeltavalle toimenpiteelle. Varaosien etsiminen kuti-järjestelmästä aloitettiin tutustumalla hiomakoneiden materiaalihallinnan kautta varastosta otettuihin nimikkeisiin töiden mukaan. Kuvassa 14 näkyy polku, josta nimikkeet löydettiin ja kuvassa 15 on pieni otos listasta, josta löydettiin hiomakoneille varastosta otettuja nimikkeitä. Listassa oli lähes 400 työtä, joille oli haettu varastosta varaosia. Nimikkeiden määrä oli huomattavasti pienempi.



**Kuva 14. Polku varastostaotettujen nimikkeiden löytämiseen kuti-järjestelmästä**

Nimike	Nimikkeen nimi	Tilattu	Toimitettu	Yksikkö	Nimikkeen saldotiedot	Työn tunnus	Työn nimi
631866	KÄYRÄ 90AST 1.4436 88.9X2MM		3,00	KPL	KV1T 3/B3 21KPL,TV1 K	0597761	Hiomakoneen vara mittalaitteen kasaaminen
662457	RENGAS OK-1094868		1,00	KPL	KYV2 3/A6-6 10KPL,	0597755	Hiomakoneen vara automaattituen kasaaminen
663332	LAAKERI ZKLN 1545 2RS		4,00	KPL	KYV2 3/A6-5 5KPL,	0597755	Hiomakoneen vara automaattituen kasaaminen
609329	VARmistusLAATTA MB 1		1,00	KPL	KV1T 12/A5 0KPL,KYV2 5	0597755	Hiomakoneen vara automaattituen kasaaminen
663531	HAMMASHIHNAPYÖRÄ OK-1088		1,00	KPL	KYV2 3/A3-4 3KPL,	0597755	Hiomakoneen vara automaattituen kasaaminen
666703	PALJE OK-1094861		1,00	KPL	KYV2 3/A5-3 7KPL,	0597755	Hiomakoneen vara automaattituen kasaaminen
651750	LVDT PAIKKA-ANTURI D6/00500		1,00	KPL	KYV2 3/A6-2 4KPL,	0596428	Rap5 > hk4 > tuki ei liiku
605637	KIIILAHIINA SPA 1800		1,00	KPL	KYV1 X/4 16KPL,	0590899	WS 250 HK 2 huolto
649391	LAAKERI B71904C.T.P4S.U.L		2,00	KPL	KYV2 5/A6-5 7KPL,	0590705	HK3, kärkipinolin korjaus
609739	LIERIÖRULLALAAKERI NN3008A		5,00	KPL	KYV2 5/A4-4 32KPL,	0590705	HK3, kärkipinolin korjaus
668612	KÄRKIPINOLI HERKULES OK-101		5,00	KPL	KYV2 3/A5-2 24KPL,	0590705	HK3, kärkipinolin korjaus

**Kuva 15. Varastostaotetut nimikkeet työn kohteen mukaan**

Varaosien tarkastelua jatkettiin selvittämällä kaikkien hiomakoneille 1 – 4 otettujen varastonimikkeiden käyttökohde, eli selvitettiin, minkä laiteosan korjauksiin mitäkin nimikettä oli käytetty. Tuloksena oli Exceliin osaluettelolista, joka esitellään liitteessä 3, listassa varastosta otetut nimikkeet on kohdistettu oikealle laiteosalle. Osaluettelolista siirretään myöhemmin kuti-järjestelmään. Osaluettelolistaan otettiin mukaan myös aikaisemmin RCM-analyysissä esiin nousseet varaosat, vaikka niille ei löytynyt minkäänlaista varastohistoriaa. Sellaisia osia olivat muun muassa kärkipinolin lukitussylinteri. Lukitussylinteristä ei löydy tietoa kuti-järjestelmästä, koska sitä ei ole koskaan vaihdettu eikä sakotettu.

## 6.2. ABC-analyysi hiomakoneiden varaosille

Kaikille hiomakoneiden varastonimikkeellisille varaosille tehtiin ABC-analyysi. Analyysissa otettiin huomioon SAP-järjestelmän aikaiset kulutustiedot vuodesta 2009 tähän päivään asti. SAP-järjestelmä on otettu käyttöön vuoden 2009 toukokuussa, joten ensimmäinen vuosi huomiottiin vain puolittain. 2,5 vuoden kulutustietojen keskiarvojen mukaan määritettiin varaosien vuosittainen hinta ja prosenttiosuus kokonaiskustannuksista. Tämän jälkeen nimikkeille laskettiin kumulatiivinen summa, jonka perusteella ne jaettiin A-, B- ja C-luokkiin. Nimikkeille laskettiin myös varaston kiertokulku päivissä 2,5 vuoden keskimääräisellä kulutuksella. SAP-järjestelmästä nimikkeille etsittiin myös hälytyspiste, toimitusaika, MRP-tyyppi ja varastosaldo. Hälytyspiste kertoo nimikkeelle asetetun raja-arvon, jonka alittuessa ostajalle lähetetään automaattisesti uusi tilausehdotus. Toimitusaika vastaa nimikkeen ostotilauksen ja toimituksen välistä aikaa. MRP-tyyppi kuvaa nimikkeen ohjaustapaa SAP-järjestelmässä. Outokummulla on käytössä seuraavanlaiset MRP-tyypit:

- Z2 = manuaalinen tilauspiste
- Z3 = automaattinen tilauspiste
- ZD = ei asetettua tilauspistettä
- ND = ohjaustapaa ei ole määritelty

ABC-analyysissa on mukana myös sellaisia nimikkeitä, joilla ei ole ollut SAP-järjestelmän aikana minkäänlaista varastotapahtumaa. Hiomakoneiden nimikkeitä etsittiin kuti-järjestelmästä varastosta otetuista nimikkeistä töiden mukaan. Kutu-järjestelmä on ollut käytössä jo vuodesta 2004 alkaen, joten hiomakoneille löytyi kyseisestä järjestelmästä paljon sellaisia nimikkeitä, joilla ei ole ollut viime vuosina kulutusta lainkaan. Kutu-järjestelmää ei pidetä tarpeeksi luotettava nimikkeiden kulutustietojen seuraamisessa, joten kulutustietoja päätettiin tarkastella lyhyemmältä jaksolta paljon luotettavammasta SAP-järjestelmästä. ABC-analyysista tehtiin kaksi erillistä versiota. Ensimmäisessä versiossa otettiin huomioon hiomakoneiden varaosien kulutus koko tehtaan alueella. Toisessa versiossa otettiin huomioon vain RAP 5 valssihieron kustannuspaikalle ostetut hiomakoneiden varaosat. ABC-analyysin ensimmäinen versio esitellään liitteessä 7. ABC-analyyseista tehtiin yhteenvetotaulukot, joissa nimikkeet jaettiin ryhmiin luokan ja

varaston kiertokulun mukaan. Nimikkeet jaettiin 0 – 61 päivässä, 61 – 120 päivässä, 121 – 180 päivässä ja yli 180 päivässä kiertäviin ryhmiin. Lisäksi taulukoissa huomioitiin varaston arvo ja nimikkeiden määrä kussakin ryhmässä. Koko tehtaan alueella kulutettujen varaosien ABC-analyysin yhteenveto esitellään taulukossa 4. Valssihieron kustannuspaikalle ostettujen varaosien yhteenvetotaulukko ei poikennut paljoa alla olevasta taulukosta.

**Taulukko 4. ABC-analyysin yhteenveto**

ABC-analyysi						
Luokka		Varaston kiertokulku				Kokonaissumma
		0-60 pv	61-120 pv	121-180 pv	yli 180 pv	
A	Varaston arvo	1110	6619	4270	24262	36261
0-80%	Määrä	3	2	3	7	15
B	Varaston arvo	213	1483	296	4359	6351
80-95%	Määrä	5	5	1	5	16
C	Varaston arvo	253	25	196	64028	64502
95-100%	Määrä	22	6	4	50	82
Kokonais varaston arvo		1576	8127	4762	92649	107114
Kokonaismäärä		30	11	8	62	111

Yleisesti voidaan sanoa, että vihreällä pohjalla olevien nimikkeiden varastointi on hyvin mitoitettu suhteessa niiden kiertoon ja keltaisella pohjalla olevien nimikkeiden varastointia tulisi kehittää. Nopeasti kiertäviä ja vuosittaisilta kustannuksiltaan arvokkaita A-luokan osia täytyy löytyä varastosta, sen sijaan hitaasti kiertävien A-luokan osien varastointitarpeita tulisi miettiä uudelleen. B-luokan osilta hyväksytään pidempi varaston kiertokulku kuin A-luokan osilta, sillä niiden vuosittaiset käyttökustannukset ovat pienemmät eli varastoon sitoutunut pääoma pienempi. C-luokkaan kuuluvien osien hinnat ovat alhaisia tai sitten niiden kulutus on matalaa. C-luokan osilta hyväksytään B-luokan osiakin pidempi varaston kiertokulku, sillä varastoon sitoutunut pääoma on matalien yksikköhintojen johdosta pieni, vaikka nimikemäärä on muita luokkia suurempi. Punaisella kirjoitettujen hitaasti kiertävien C-luokan osien varastointia pidetään epätaloudellisena, joten niiden varastoarvo pitäisi saada mahdollisimman alhaiseksi. Tähän ryhmään kuuluu suurin osa nimikkeistä ja niiden varastoarvokin on ylivoimaisesti suurin. Todellisuudessa tilanne ei kuitenkaan ole niin huono kuin yhteenveto antaa ymmärtää. Punaisella

kirjoitettuun osiin kuuluu muun muassa tarttujapää, hiomakelkan kuularuuvi, hiomakiven keskiö, hiomapään kuularuuvi ja mittalaitteen kärki, joiden varaston arvo on noin 95 % kaikista punaisella kirjoitetuista osista. Näillä osilla ei SAP-järjestelmän mukaan ole viimeisen 2,5 vuoden aikana ollut kulutusta, mutta pitkän toimitusajan ja osien kriittisyyden vuoksi niitä on hyvä varastoida. Yleensä ABC-analyysia korjataan manuaalisesti siten, että hitaasti kiertäviä kriittisiä varaosia nostetaan A-luokan nimikkeiksi, vaikka laskenta ei sitä osoitakaan. Kyseiset osat ovat pidemmällä aikavälillä kuluvia ja ilman niitä hiomakoneita ei voi käyttää, joten niitä on hyvä olla varastossa. Jos nimikkeillä olisi ollut SAP-historian aikana yksikin varastosta otto, ne olisivat heti nousseet A-luokan varaosiksi. Tarttujapäällä eli kynsi-istukalla on periaatteessa ollutkin kulutusta, sillä varastossa / korjaamolla on yksi ylimääräinen tarttujapää, joka asennetaan paikoilleen, kun jonkun hiomakoneen tarttujapää vaatii huoltoa. Huoltoa tarvitseva tarttujapää huolletaan korjaamolla ja tarvittaessa siihen vaihdetaan uusia komponentteja. Automaattituen huolto tapahtuu samalla periaatteella kuin tarttujapään.

Hitaasti kiertäviä varaosia ei välttämättä kannata poistaa kokonaan varastosta, niiden kriittisyys hiomakoneiden kannalta tulisi pohtia tapauskohtaisesti. Varaosien varastoinnin suunnittelussa on otettava huomioon myös toimitusajat. Hitaasti kiertävät varaosat sitovat paljon pääomaa, mutta nopea saatavuustarve voi vaatia niiden varastointia. Hitaasti kiertäviä varaosia olisi kannattavaa varastoida toimittajalla. Hiomakoneiden varaosat ovat kuitenkin niin yksilöllisiä, ettei toimittajan ole kannattavaa varastoida niitä, sillä varaston kiertokulku jäisi liian hitaaksi. Nopeasti kiertävien varaosien saatavuus täytyy varmistaa ja niitä kannattaakin varastoida tarvittava määrä lähellä käyttökohdetta. Jokainen nopeasti kiertävä varaosa tulisi käydä yksitellen läpi ja miettiä syy nopeaan kiertokulkuun. Nopeasti kiertävä nimike saattaa olla hiomakoneiden kannalta huono, sillä se vaatii paljon kunnossapitoa ja näin ollen myös aikaa ja rahaa.

## 7. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä uusi ennakkohuoltosuunnitelma Herkules WS 250 x 2750 CNC-telahiomakoneille. Ennakkohuoltosuunnitelma kattoi hiomakoneille tehtävät huoltotyöt päiväseisokeissa ja vuosihuolloissa. Uudesta ennakkohuoltosuunnitelmasta löytyy myös hiojille tarkoitettuja huoltotoimenpiteitä. Toinen työn tavoite oli hiomakoneiden varaosakartoitus. Varaosakartoituksessa selvitettiin hiomakoneiden olemassa olevat varaosat ja niiden varastotilanne, ehdotettiin uusia varaosia hankittavaksi ja tehtiin varaosien ABC-analyysi.

Työn tuloksena saatiin jokaisesta hiomakoneesta oma häiriöerittely, jossa näkyvät häiriön aiheuttavat laiteosat. Häiriöerittelyiden ja RCM-analyysien tulosten pohjalta hiomakoneille suunniteltiin uusi ennakkohuolto-ohjelma. Uudessa ennakkohuolto-ohjelmassa jokaisen kunnossapitotyön toimenpideväli on mitoitettu hiomakoneiden historiatietojen ja käyttäjien sekä kunnossapitohenkilöstön tietoja ja kokemusta apuna käyttäen. Varaosakartoituksen avulla hiomakoneiden varaosien nykytilanteesta saatiin kattava kuva, lisäksi varaosakartoituksessa selvisi muutamia kriittisiä varaosia, joita ei ollut varastossa. Tällaisia varaosia suositellaan varastoon hankittavaksi.

Hyvällä suunnitellulla ehkäisevällä kunnossapidolla hiomakoneet on mahdollista pitää toimintakuntoisina. Suunnitellun kunnossapidon lisäksi hiomakoneet vaativat muutamia pieniä muutostöitä. Automaattituen tiivistyksen parantamisella ja antureiden muuttamisella paremmin käyttökohteeseen soveltuviksi, saataisiin vähennettyä osa automaattituen häiriöistä. Myös valssin profiilin mittalaite kaipaa tiivistyksen parantamista. Tällä hetkellä etenkin mittalaitteen kaapelointi aiheuttaa ongelmia tiivistykseen. Yksi tärkeimmistä hiomakoneiden huoltotoimenpiteistä on käyttäjien suorittamat päivittäiset tehtävät, joihin kuuluvat muun muassa koneiden puhdistus ja voitelusta huolehtiminen. Hiomakoneet ovat kohta kymmenen vuotta vanhoja, joten niissä alkaa ilmetä uusia iän tuomia ongelmia. Näihin ongelmiin täytyy varautua hankkimalla ennakoidusti tarvittavat kriittiset varaosat. Jatkossa olisi myös tärkeää, että kunnossapidontietojärjestelmään selostettaisiin mahdollisimman tarkkaan hiomakoneiden häiriöiden aiheuttajat ja etenkin harvinaisempien huoltotöiden osalta myös tehdyt toimenpiteet.



## 8. LÄHDELUETTELO

/1/ Ansaharju Tapani, Koneenasennus ja kunnossapito, 1. painos, WSOY, 2009

/2/ Ansaharju Tapani, Maaranen Keijo, Koneistus, 2. – 4. painos, WSOY KONETEKNIikka, 2003

/3/ Esa Antti, 2009, Elinkaaripohjaiseen ABC-analyysiin perustuva päätöksenteontukijärjestelmä, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillistaloudellinen tiedekunta – Tuotantotalouden osasto, Diplomityö.

/4/ Hatinen, Lasse, 2009, Suomalaisten teollisuuden kunnossapitoyritysten investoinnit: analyysi ja skenaariot, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillistaloudellinen tiedekunta – Tuotantotalouden osasto, Diplomityö.

/5/ Jokelainen, Seppo, luentomateriaali, Mitä on Kunnossapito?, [WWW-dokumentti], [http://ylivieska.cop.fi/sjkkurssit/kupitek/sis%C3%A4lt%C3%B62008/Mit%C3%A4%20on%20kp/Mit%C3%A4%20on%20kunnossapito\\_tiedostot/frame.htm](http://ylivieska.cop.fi/sjkkurssit/kupitek/sis%C3%A4lt%C3%B62008/Mit%C3%A4%20on%20kp/Mit%C3%A4%20on%20kunnossapito_tiedostot/frame.htm), 10.10.2011

/6/ Järviö, Jorma, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, KP-Tieto Oy, 2000

/7/ Järviö, Piispa, Parantainen, Åström, Kunnossapito, 4. painos KP-Media Oy, 2007

/8/ Komonen. Kari, luentomateriaali, Käyttövarmuuden peruskäsitteitä, [PDF-dokumentti], [http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali%20A%203\\_2007.pdf](http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali%20A%203_2007.pdf), 10.10.2011

/9/ Kähkönen, Teemu, 2003, Paperikoneen telahionnan hiomakivien määrittely erilaisille telapinnoitteille, Kajaanin ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala, Opinnäytetyö.

/10/ Leinonen, Pertti, Parantava kunnossapito lisää käyttövarmuutta, Promaint, 5/2010, 2010, sivut 36 – 41

/11/ Lempiäinen, Juha, 2007, Kunnossapito käyttöomaisuuden arvon ja tuotantokyvyn ylläpidon tukena laitoksen elinkaaren aikana, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Konetekniikan osasto, Diplomityö.

/12/ Maschinenfabrik Herkules, Valssihiomakone WS 250 x 2750 CNC, Teknisiä tietoja, Kirja 1

/13/ Mikkonen, Henry, Kuntoon perustuva kunnossapito käsikirja, 1.painos, KP-Media Oy, 2009.

/14/ Opetushallitus, Kunnossapito menestystekijä, [WWW-dokumentti], <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>, 1.11.2011

/15/ Outokummun sisäinen O'net

/16/ Pakola, Hannu, Kunnossapidon perusteet, Luentomateriaali, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, 2008.

/17/ Piispa, Taina, Kunnossapidon materiaalogistiikka palveluliiketoimintana, Promaint, 1/2004, sivut 44-49

/18/ Piispa, Taina, Materiaalitarpeen ennustaminen tulevaisuuden haasteena, Promaint, 1/2005, sivut 28-31

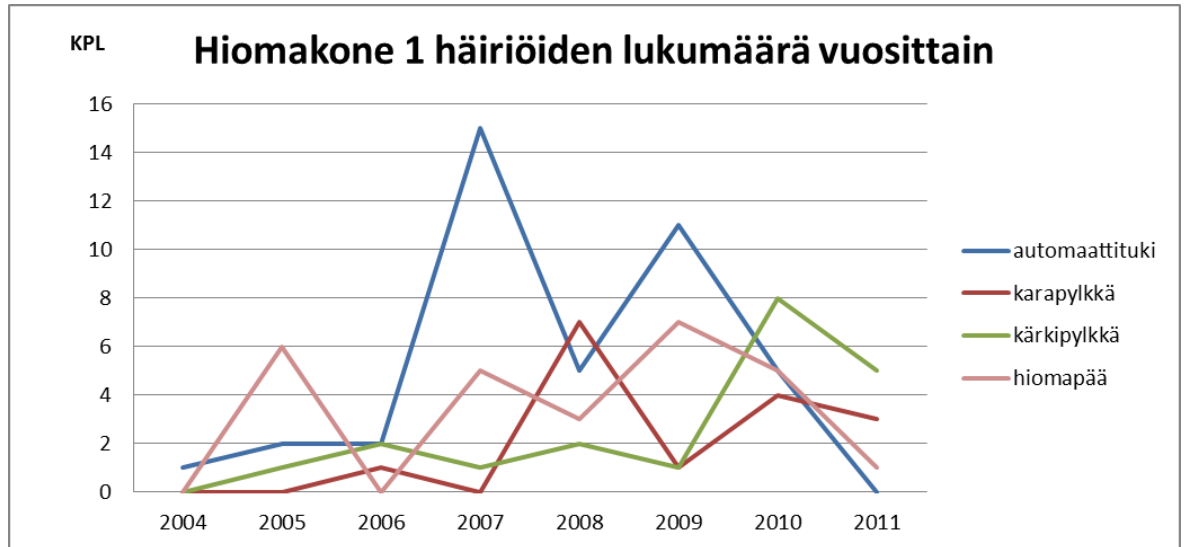
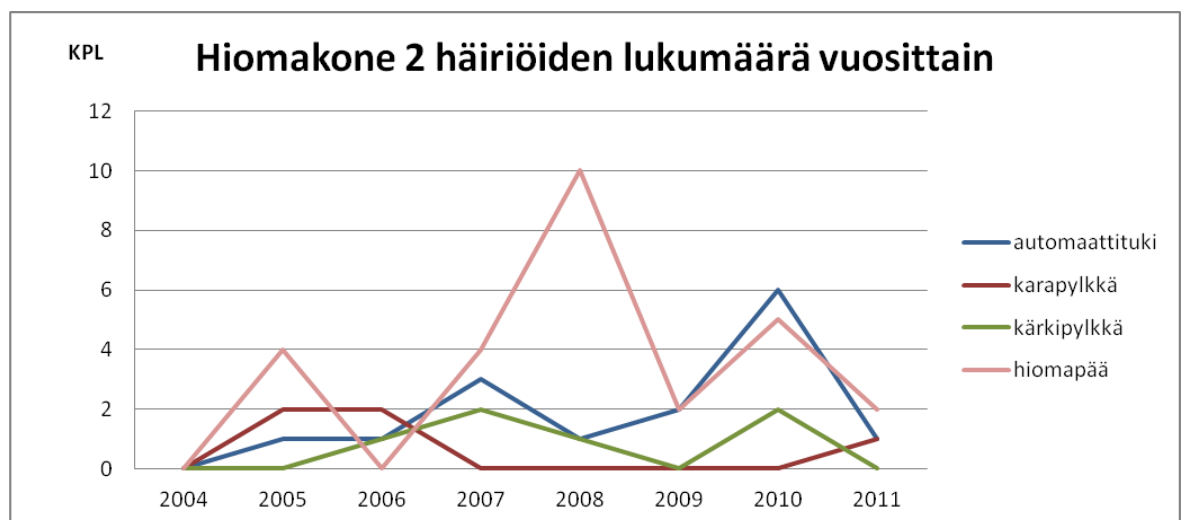
/19/ Ramentor, RCM (Realibility -centered Maintenance) – Toimintavarmuuskeskeinen kunnossapito, [WWW-dokumentti] <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/rcm/>, 3.10.2011

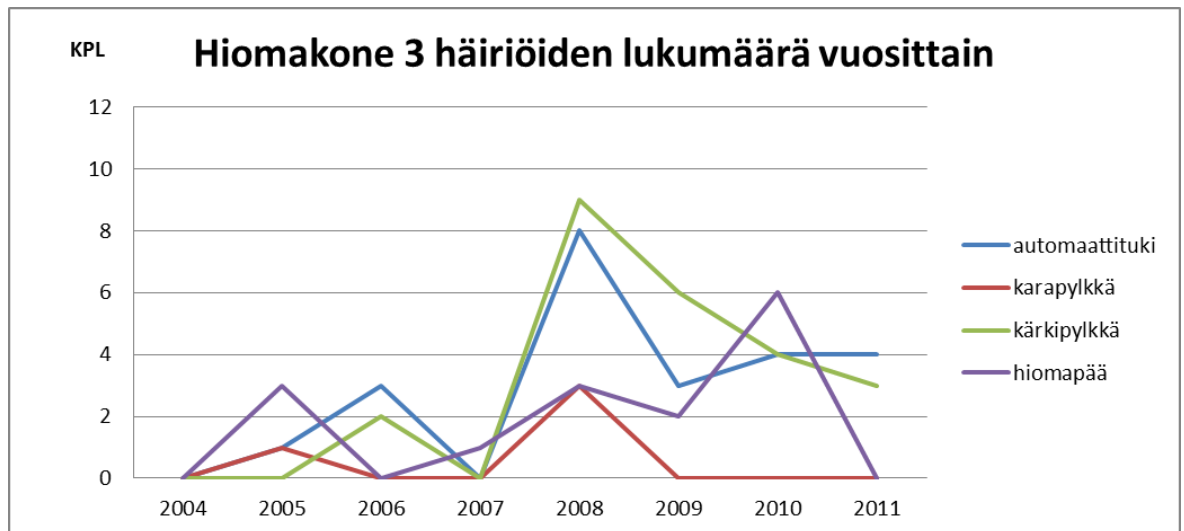
/20/ Ritvanen, Virpi, Inkiläinen, Aimo, von Bellin, Anders, Santala, Jouko, Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet, 1.painos, Suomen Huolintaliikkeiden liitto Ry, Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY Ry, 2011.

/21/ Sakki, Jouni, Tilaus-toimitusketjun hallinta: logistinen B – to – B -prosessi, 6.painos, Jouni Sakki Oy, 2003.

## 9. LIITELUETTELO

Liite 1	Hiomakoneiden vuosittaiset häiriölukumäärät
Liite 2	Hiomakoneiden RCM-analyysit
Liite 3	Hiomakoneiden varaosien osaluettelolista
Liite 4	Päiväseisokeissa tehtävät huoltotyöt
Liite 5	Vuosihuolloissa tehtävät huoltotyöt
Liite 6	Käyttäjäkierrokset
Liite 7	Hiomakoneiden varaosien ABC-analyysi
Liite 8	Kriittisyyden painoarvon ja kertoimen valintataulukko

*Hiomakoneiden Vuosittaiset häiriölukumäärät***Kuva 16. Hiomakone 1 häiriöiden lukumäärä vuosittain****Kuva 17. Hiomakone 2 häiriöiden lukumäärä vuosittain**



Kuva 18. Hiomakone 3 häiriöiden jakautuminen vuosittain



Kuva 19. Hiomakone 4 häiriöiden lukumäärä vuosittain

Automaattituen RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyitä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaamine n kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaava vai ennakkoavakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Automaattituki															
Tukee valssia hiomakiven vastapuolelta hionta-aikana	Automaattitu ki ei liiku	Askelmoottori	Askelmoottori rikki	Tunnit täynnä		vielä ei ole rikkoutunut	s	Automaattituen liike pysähtyy	4h	Moottorin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito, vaihdetaan moottori		kupi 4h	Askelmoottori, 651977	
		Hammaspyörä	Hammaspyörän hampaistus kulunut/rikki	Kuluminen	Hammaspyörän kuluminen johtuu pyörän syöpmisestä, jonka hiontaneeste aiheuttaa	kerran vuodessa	s	Hampaiden alkukulumista ei huomaa automaattituen toiminnassa, kulumisen huomaa vasta kun se on edennyt tarpeeksi pitkälle	2h	Alkuvaiheessa ei vaikutusta, myöhemmin pysäyttää liikkeen. Hiontakapasiteetin aleneminen	Ennakoiva kunnossapito päiväseisokissa tarkistetaan hammaspyörän kunto eli joka 6. viikko	6 viikon välein	kupi 0,5h	hammaspyörä 663531	Hiontaneeste syövyttää alumiinista tukea, hiontaneesteen pääsy pitäisi estää mahdollisimman hyvin
		Hammaspöytä	Hammaspöydän hampaistus kulunut/rikki	Kuluminen	Hammaspöydän kulumisen kuluttaa myös hammaspöytä	kerran vuodessa	s	Kuluminen ei aluksi vaikuta automaattituen toimintaan, vasta hionnan katkettua kulumisella on vaikutusta	0,5h	Alkuvaiheessa ei vaikutusta, myöhemmin pysäyttää liikkeen. Hiontakapasiteetin aleneminen	Ennakoiva kunnossapito päiväseisokissa tarkistetaan hammaspöydän kunto eli joka 6. viikko	6 viikon välein	kupi 0,5h	hammaspöytä 608134	Hammaspöydän kulumisen estämisellä etetään myös hammaspöydän kulumisen
		Akselituen laakeri	Laakeri kuivu	Voitelun puute		ei tapahtunut vielä	s	Aluksi takertelevaa liikettä. Jos laakeri hajoaa kokonaan, akseli pääsee taipumaan ja jumii kokonaan	6h	Hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito, tapahtuma huomataan vasta vanhaku vaiheessa. Laakereiden kuivumista ei ole vielä tapahtunut		kupi	Laakeri ZKLN 1545 2RS, 663332	
		Akselimutteri	Akselimutteri kirkkaa	Kuluminen		kerran 2 vuodessa	s	Voimansiirto ei enää pelaa, hionnapöytä pakenee akselilta. Automaattitukea ei voida ajaa.	0,5 h	Akselimutterin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Akselimutteri KM 1 609312	
		Kuularuuvit	Kuularuuvit jumissa	Voitelun puute tai väärä voiteluaine	Paikallisvoitelu	2 kertaa kuukaudessa	t	Voitelun puutteella ei välitöntä vaikutusta, lopulta kuularuuvit jumii, jos voitelun puute jatkuu pidempään	0,5h	Vaurioittaa kuularuuvia	Ennakoiva kunnossapito, voitelukoulutusta ja huolellisuutta	2 kertaa kuukaudessa	käyttö	voiteluaine	
				Likaantuminen	Hiomanestettä ja hiontalikaa pääsee läpi	kerran 3 vuodessa	s	Likaantumisella ei välitöntä vaikutusta, lopulta kuularuuvit jumii	6h, jos joudutaan vaihtamaan kuularuuvit	Hiontakapasiteetin aleneminen. Tuen puhdistus ja tarvittaessa vara-automaattituen asennus ja likaantuneen tuen huolto korjaamolla	Riittävä puhtaus, puhdistetaan joka vuorossa	3 kertaa päivässä	käyttö	kuularuuvit, 664854	
				Laakerinrako / ruuvirako	Kuivuminen	ei tapahtunut vielä	s	Takertelevaa liikettä aluksi, lopulta kuularuuvit jumii lopullisesti	6h	Kuularuuvien vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito, huomataan vanhaku vaiheessa. Kuularuuvien kestoikä noin 10-15 vuotta, jos voitelu on kunnossa. Oikeanlainen voitelu ainoana ennakoivana kunnossapitona	2 kertaa kuukaudessa	käyttö huolehtii voitelusta, kupi vaihtaa ruuvit	kuularuuvit, 664854	
					Laakerin / ruuvien kestoikä lopussa	ei tapahtunut vielä, kestoikä n. 10-15 vuotta	s	Takertelevaa liikettä aluksi, lopulta kuularuuvit jumii lopullisesti	6h	kuularuuvien vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Huolehditaan kuularuuvien voitelu. Kuularuuvien kestoikä noin 10-15 vuotta, jos voitelu on kunnossa	2 kertaa kuukaudessa	käyttö	kuularuuvit, 664854	

		Kulutuspaala	Kulutuspaala jumissa	Likaantuminen		2 kertaa vuodessa	s	Tärinä, laatuviirhe, pysäyttää koko koneen, steady pad sensor (voima-anturi) anturi jumissa ja kuullee että on valssissa kiinni joten jionta alkaa	3h	Kulutuspalan puhdistaminen, hionnan viivästyminen	Puhdistusta, kulutuspaala vaihdetaan vähintään kerran kuukaudessa kulumisen takia	päivittäin	käyttö	kulutuspaala, 635969	
		Haitari	Haitari ei mene kasaan, joten tuki ei palaudu	Likaantuminen		kerran vuodessa	s	Tuki ei pääse palautumaan takaisin hionnan jälkeän. Kulutuspaala roiskesuojineen tippuu	1h	Haitarin puhdistus ja joskus myös vaihto kokonaan uuteen haitariin	Puhdistusta päivittäin	3 kertaa päivässä	käyttö	haitari, 666703	Yleensä pelkkä puhdistus riittää, haitaria ei tarvitse vaihtaa kovin usein
		Induktiivinen takaraja ja johto	Haitatappi	Tappi taipunut, vääntynyt, katkennut tai irronnut	Tapin irtoaminen johtuu esim. tärinästä, taipuminen voi johtua siitä, että tuki ajetaan liian päättyyn	kerran vuodessa	s	Jos takarajaa ei tunnisteta, tuki pyrkii ajamaan itsensä liian päättyyn, jolloin tuki saattaa rikkoutua ja lopettaa liikkeen	2h	Tapin asennnon korjaus tai vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Tarkistetaan tapin kunto ja asento	kerran vuodessa	kupi	haitatappi	Varaosa suositellaan hankittavaksi
			Likaantuminen	Hiontaneste syövyttää		kerran vuodessa	s	Automaattituen liike loppuu	2h	Anturin ja anturijohdon vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Puhdistus	3 kertaa päivässä	käyttö hoitaa puhdistuksen, anturin vaihdon kupi	Lähestymiskytkin, 638427	
		Induktiivinen eturaja	Raja aktivoituneena	Raja rikki		kerran vuodessa	s	Jos induktiivinen eturaja on aktivoituneena tuen kotiasemassa, tuki ei pääse liikkeelle. Normaali tilanteessa tuki ei koskaan aja eturajalle asti, sillä voima-anturi ilmoittaa riittävän saavutetun voiman ennen eturajaa	2h	Automaattituki ei liiku, joten hionta ei onnistu, korjauksesta aiheutunut hiontakapasiteetin aleneminen. Vaihdataan uusi raja	Korjaava kunnossapito		kupi	Lähestymiskytkin, 638427	
				Kaapeli oikosulussa		kerran vuodessa	s	Automaattituki ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, korjataan oikosulku	Korjaava kunnossapito		kupi		
	Automaattituki ei liiku tarpeeksi tai ei tue riittävästi valssia	Paikka-anturi ja johto	Likaantuminen	Hiontaneste ja -pöly aiheuttavat likaantumista		kerran vuodessa	s	Jos automaattituki ei tue riittävästi valssia, aiheutuu tärinää ja laatuviirhe valssiin	2h	Paikka-anturin puhdistus tai vaihto, laatuviirhestä ja korjauksesta aiheutunut hiontakapasiteetin väliaikainen aleneminen	Puhdistus	3 kertaa päivässä	käyttö	LVD-paikka-anturi, 651750	
			Hajooa mekaanisesti	Likaantuminen		kerran vuodessa	s	Jos automaattituki ei tue riittävästi valssia, aiheutuu tärinää ja laatuviirhe valssiin	2h	Paikka-anturin vaihto, laatuviirhestä ja korjauksesta aiheutunut hiontakapasiteetin väliaikainen aleneminen	Puhdistus	3 kertaa päivässä	käyttö	LVD-paikka-anturi, 651750	
				Käytön liian raju toiminta	Yritetään korjata jumimisia automaattituen koputtelulla	kerran vuodessa	s	Esim. Mekaanisen jumimisen vika siirtynyt koputtelulla voima-anturiin, joka täytyy vaihtaa	2h	Vaihdetaan anturi, hiontakapasiteetin aleneminen	Lisää koulutusta, lopetetaan automaattituen koputtelu. Pyritään välttämään vikat, jotka ovat johtaneet tuen koputteluun		käyttö	LVD-paikka-anturi, 651750	
			Kaapelivika			kerran vuodessa	s	Kaapelivika yleensä seurausta jostain toisesta viasta	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito, kaapeli vaihdetaan vasta rikkoutuessa	kerran vuodessa	kupi, sähkö		
		Kulutuspaala	Kulutuspaala ja valssi eivät kohtaa oikein	Kulutuspaala kulunut	Normaali kuluminen	kerran kuussa	s	Aiheuttaa tärinää valssiin ja laatuviirhettä	1h	Vaihdetaan kulutuspaala, hiontakapasiteetin aleneminen	Tarkistetaan kulutuspalan kunto päivittäin, kulutuspaala vaihdetaan vähintään kerran kuukaudessa kulumisen takia	päivittäin	käyttö	kulutuspaala, 635969	
		Laakeri	Laakerivälitys	Väärä laakerivälitys			s	Aiheuttaa tärinää valssiin ja laatuviirhettä. Jos laakerivälityksessä epäillään olevan vikaa, vaihdetaan vara-automaattituki paikalleen ja tutkitaan laakerit	0,5 h uuden automaattituen vaihto	Vaihdetaan uusi automaattituki, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Laakeri ZKLN 1545 2RS	



	Automaattitu ki työntää liian suurella voimalla	Kulutuspa la	Kututuspa lajumissa	Kulutuspa la likaantuminen		kerran kuussa	s	Laatuvirhe	1h	Hiontakapasiteetin aleneminen, kulutuspa la puhdistus tai vaihto	Puhdistusta, kulutuspa la vaihdetaan vähintään kerran kuukaudessa kulumisen takia	päivittäin	käyttö	kulutuspa la, 635969	
		Paikka-anturi	Virheellinen mittaus	Paikka-anturin likaantuminen		kerran vuodessa	s	Automaattituen työntövoima perustuu paikka- anturiin, jos paikka-anturin mittatulos on viallinen ja tuki työntää liian suurella voimalla valssia syntyy valssiin laatuvirhe	2h	Voima-anturin vaihto, laatuvirhestä ja korjauksesta aiheutunut hiontakapasiteetin väliaikainen aleneminen	Säännöllinen puhdistus ja kalibrointi	päivittäin	käyttö	LVD-paikka-anturi, 651750	
				Väärä kalibrointi		kerran 6 vuodessa	s	Automaattituen työntövoima perustuu paikka- anturiin, jos paikka-anturin mittatulos on viallinen ja tuki työntää liian suurella voimalla valssia syntyy valssiin laatuvirhe	1h	Voima-anturin uudelleen kalibrointi, laatuvirhestä ja kalibroinnista aiheutunut hiontakapasiteetin väliaikainen aleneminen	Säännöllinen ja huolellinen kalibrointi	kuukausittain	käyttö		

Hiomapään RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus		Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan olevan ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyitä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoiko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...		Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvien ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Hiomakiven pyöritys																
Pyörittää hiomakiveä hionta- aikana	Hiomakivi ei pyöri	Sähkömoottori	Moottori rikki	Moottorin käyttöikä lopussa			s	Hiomakivi ei pyöri, joten hionta ei onnistu		Vaihdetaan uusi moottori, hiontakapasiteetin aleneminen		Korjaava kunnossapito			Moottori, 651994	
		Käyttöhihna	Käyttöhihna poikki	Kuluminen	Normaali kuluminen	5 vuotta	s	Hihnat kuluvat käytössä, mutta ne eivät ole vielä koskaan katkenneet. Hihnoja on neljä, jos yksi niistä katkeaa, alkaa luistamaan. Katkeamista ei välttämättä aivan heti huomaa	2 tuntia	Vaihdetaan uudet hihnat, hiontakapasiteetin aleneminen		Vuosihuolloissa vaihdetaan uudet hihnat	2 kertaa vuodessa	kuppi 2h	Kiilahihna, 605637	
		Hihnapyörä	Hihnapyörä kulunut/riikki	Kuluminen	Normaali kuluminen	5 vuotta	s	Jos hihnapyörä pääsee rikkoutumaan niin pahasti, että hiomakivi ei pyöri ollenkaan, hionnin väistyä	2 tuntia	Hiontakapasiteetin aleneminen		Tarkistus vuosihuolloissa, tarvittaessa vaihto	2 kertaa vuodessa	kuppi	Kiilahihnapyörä (kara), 661435, Kiilahihnapyörä (moottori), 647061	
		Hiomakaran laakerointi	Hiomakaran laakerointi on riikki	Kuivuminen	Voitelun puute	yli 10 vuotta	s	Laakerit rikkoutuessaan aiheuttavat aluksi laatuviirheitä ja lopulta hionta estyy kokonaan	4 päivää	4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia		Tarkistetaan säännöllisesti voiteluaineen määrä	päivittäin	käyttö, 5min	Hiomakaran laakeri (kiven puoli), 661436, Hiomakaran laakeri (moottorin puoli), 661438	
				Kuluminen		10 vuotta	s	Hionnan väistyminen laakereiden vaihdon ajaksi	4 päivää	4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia		Laakereiden kunto tarkistetaan päiväseisokeissa	6 viikon välein	kuppi	Hiomakaran laakeri (kiven puoli), 661436, Hiomakaran laakeri (moottorin puoli), 661438	
			Laakerivällys	Laakerivällys ei ole sallituissa anoisissa		10 vuotta	s	Hionnan väistyminen laakerivällyksen säädon ajaksi	8 h	Hiontakapasiteetin heikkeneminen, laakereiden säätö sallittuihin rajoihin		Laakerivällys mitataan kiven puolelta päiväseisokeissa ja moottorin puolelta vuosihuolloissa. Jos tarvetta tehdään kiristyskiä	6 viikon välein / 2 vuoden välein	kuppi, 10 min		
	Hiomakivi pyörii epätasapaino- ssa	Tasapainopalat	Tasapainopalat väärässä kohdassa hiomakiveä	Asennusvirhe		Muutaman kerran vuodessa	s	Huomataan ensimmäiseksi huonosta hiontalaadusta	0,5 h	Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti. Tasapainotetaan hiomakivi uudestaan		Huolellinen asennus		käyttö		
				Kiven valmistusvika		10 vuotta	s	Huono hiontalaatu. Kiven valmistusvikat ovat olleet yksittäisiä tapauksia. Vaihetaan uusi tasapainotettu hiomakivi	0,5 h	Hiomakiven vaihto		Ei voida estää kiven valmistusvikaa		käyttö		
		Automaattinen tasapainotuslaite	Automaattinen tasapainotuslaite riikki	Tasapainotuslaite ruosteessa	Hiontaneite	10 vuotta	s	Hiomakivi ei pyöri tasapainossa, laatuviirhe		Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti, tasapainotuslaitteen vaihto		Korjaava kunnossapito. Pyritään estämään hiontaneiteen pääsy tasapainotuslaitteeseen		kuppi	Tasapainotuslaite, 651952	

	Hiomakivi tärisee	Hiomakara	Hiomakaran kuluminen	Normaali kuluminen, väärä laakerivälitys		10 vuotta	s	Hiontalaatu heikkenee, laatuvirhe	4 päivää	Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti, hiomakaran ja laakereiden vaihto	Laakerivälitys mitataan kiven puolelta päiväsesokeissa ja moottorin puolelta vuosihuolloissa	6 viikon välein / 2 vuoden välein	kupi	Hiontakara, 661437, Hiontakaran laakeri (kiven puoli), 661436, Hiontakaran laakeri (moottorin puoli), 661438	
			Hiomakaran voitelu puutteellista	Väärä voiteluaine tai voiteluainetta liian vähän		10 vuotta	s	Heikentynyt hiontalaatu, laatuvirhe. Jos voiteluainetta on tarpeeksi pitkän ajan liian vähän, hiomakaran laakerointi voi vaurioitua. Yleensä kuitenkin voiteluaineen lisäys riittää, sillä voiteluaineen määrä tarkkaillaan säännöllisesti	5 min	heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti	Ennakoiva kunnossapito, tarkastetaan voiteluaineen määrä päivittäin	päivittäin	käyttö	Voiteluaine	
		Hiomakaran laakerointi	Laakerivälitys	Kuluminen		10 vuotta	s	Hiontalaatu heikkenee, laatuvirhe	8 h	Valseja joudutaan hiomaan uudestaan, laakerivälysten säädön aiheuttama hiontakapasiteetin aleneminen	Laakerivälitys mitataan kiven puolelta päiväsesokeissa ja moottorin puolelta vuosihuolloissa	6 viikon välein / 2 vuoden välein	kupi		
		Käyttöhihna	Käyttöhihna löysännyt			Kerran vuodessa	s	Laatuhäiriö, kaikki neljä hihnaa vaihdetaan samalla kertaa	2 tuntia	Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti	Käyttöhihnan tarkistus vuosihuolloissa, tarvittaessa vaihto	2 kertaa vuodessa	kupi	Kiilahihna, 605637	
		Hihnapyörä	Hihnapyörä kulunut	Normaali kuluminen		10 vuotta	s	Hiontalaatu heikkenee, laatuvirhe	2 tuntia	Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti. Vaihetaan uusi hihnapyörä	Hihnapyörän kunnontarkistus vuosihuolloissa	2 kertaa vuodessa	kupi	Kiilahihnapyörä (kara), 661435, Kiilahihnapyörä (moottori), 647061	
		Tasapainopalat	Tasapainopalat väärässä kohdassa hiomakiveä	Asennusvirhe		Muutaman kerran vuodessa	s	Huomataan ensimmäiseksi hiontalaadusta, asennetaan tasapainotuspalat uudelleen	0,5 h	Heikentynyt hiontalaatu ja kapasiteetti	Huolellinen asennus		käyttö	Tasapainopalat	
				Kiven valmistusvika		Tapahtunut muutaman kerran	s	Ovat olleet yksittäisiä tapauksia. Vaihetaan uusi tasapainotettu hiomakivi	0,5 h		Ei voida estää kiven valmistusvikaa		käyttö	Hiomakivi	
Hiomapään liikutus x-akselin suunnassa															
Liikuttaa hiomapäätä x- akselin suunnassa	Hiomapää ei liiku	Sähkömoottori	Moottori rikki	Moottorin käyttöikä lopussa			s	Hiomapää ei liiku valssia kohden, joten hionta ei onnistu	2h	Moottorin vaihto, heikentynyt hiontakapasiteetti	Korjaava kunnossapito		kupi	Moottori 1FT6041	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Johteet	Johdevaunu ei liiku	Voitelun puute	Voiteluaine loppunut	Vielä ei ole ollut ongelmia	s	Hionta ei onnistu, kun kivi ei pääse valssia vasten	0,5 h	Heikentynyt hiontakapasiteetti. Jos voitelun puute huomataan tarpeeksi ajossa selvittään peikällä voiteluaineen lisäämisellä	Tarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi	Voiteluaine	
				Johteet likaantuneet	Johteista on joskus löydetty ruostetta	10 vuotta	s	Tarkastusväli on todennäköisesti venynyt, kun ruostetta on päässyt syntymään. Normaalitilanteissa ruostetta ei pitäisi syntyä	4 vuorokautta	Heikentynyt hiontakapasiteetti, johteiden kaavaus	Tarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi		
			Johteet vinnossa	Asennusvirhe		10 vuotta	s	Vinot johteet edellyttävät koko koneen purun, vie neljä vuorokautta. Jmuutaman kerran tapahtunut, yksittäisiä tapauksia	4 vuorokautta	4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia	Tarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi		
				Johderikko	Voitelun puute tai voiteluaineen epäpuhtaus	10 vuotta	s	Johteiden rikkoutuminen edellyttää koko koneen purkua	4 vuorokautta	4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia	Tarkistus vuosihuolloissa, kaavaus tarvittaessa	kerran vuodessa	kupi		

		Kuularuvi	Kuularuvi jumissa	Voitelun puute		yli 10 vuotta	s	Pysäyttää koko hiontaprosessin. Laitetaan voitelu kuntoon	0,5 h	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Kuularuvin kunnontarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi	Voiteluaine	
				Laakeririkko / ruuvirikko	Kuivunut	yli 10 vuotta	s	Pysäyttää koko hiontaprosessin, kuularuvin vaihto	2 päivää	Heikentynyt hiontakapasiteetti, vaihdetaan uusi kuularuvi		Kuularuvin kunnontarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa		Kuularuvi, 634953	
					Laakerin / ruvin kestoikä lopussa	n. 10 vuotta	s	Pysäyttää koko hiontaprosessin, kuularuvin vaihto	2 päivää	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Kuularuvin kunnontarkistus vuosihuolloissa.	kerran vuodessa	kupi	Kuularuvi, 634953	
		Hammashihna	Hammashihna poikki	Kuluminen	Normaali kuluminen	1 vuosi	s	Pysäyttää koko hiontaprosessin	1 h	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Tarkistus vuosihuolloissa, vaihto tarvittaessa	kerran vuodessa	kupi 1 h	Hammashihna 390 H 150 ZR, 635990	
		Hammasyöjä	Hammasyöjän hampaistus kulunut/rikki	Normaali kuluminen		10 vuotta	s	Alkukulumista ei huomaa hiomakoneen toiminnassa. Kuluminen huomaa hiomaneen toiminnassa vasta kun se on edennyt tarpeeksi pitkälle, siksi tarkastukset ovat tärkeitä, vaikka vaihtoväli on suuri	3 h	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Tarkistus vuosihuolloissa, vaihto tarvittaessa	kerran vuodessa	kupi	Hammasyöjä 16 H 150, 635976, Hammasyöjä 40 H 150, 643247	
			Akselikila kulunut	Normaali kuluminen		10 vuotta	s	Aiheuttaa epätarkkoja liikkeitä ja nykimistä, laatuhäiriö	3h	Heikentynyt hiontakapasiteetti, akselikilan vaihto		Hammasyöjän valdon yhteydessä tarkistetaan		kupi	Akselikila	Varaosa suositellaan hankittavaksi
	Hiomapää liikkuu huonosti	Johteet	Johdevaunu liikkuu huonosti	Johteet kuluneet	Voitelun puute	10 vuotta	s	Hiomapää liikkuu epätarkasti ja nykiästi, laatuhäiriö	4 vuorokautta	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Tarkistetaan vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi		
				Johteet vinossa	Asennusvirhe	10 vuotta	s	Hiomapää liikkuu epätarkasti ja nykiästi, laatuhäiriö	4 vuorokautta	Vinot johteet edellyttävät koko koneen purun, 4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia		Tarkistus vuosihuolloissa	Kerran 2 vuodessa	kupi		
					Voitelun puute	10 vuotta	s	Hiomapää liikkuu epätarkasti ja nykiästi, laatuhäiriö	4 vuorokautta	Vinot johteet edellyttävät koko koneen purun, 4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia		Tarkistus vuosihuolloissa	kerran 2 vuodessa	kupi		
				Johteet likaantuneet	Johteista on joskus löydetty ruostetta	kerran 10 vuodessa	s	Hiomapää liikkuu epätarkasti ja nykiästi, laatuhäiriö. Tarkastusväli on todennäköisesti venynyt, kun ruostetta on päässyt syntyään. Normaalitylanteissa ruostetta ei pitäisi syntyä	4 vuorokautta	4 päivän korjaus heikentää hiontakapasiteettia, johteiden kaavaus		Tarkistus vuosihuolloissa	kerran 2 vuodessa	kupi		
		Hammashihna	Hammashihna löysännyt	Normaalia löystymistä ei pystytty estämään, kuluu käytössä		3 vuotta	s	Hiontalaatu heikkenee, laatuvirhe	2 h	Heikentynyt hiontakapasiteetti, hammashihnan vaihto		Tarkistus vuosihuolloissa	2 kertaa vuodessa	kupi	Hammashihna 390 H 150 ZR, 635990	
		Hammasyöjä	Hammashihnapyöjän hampaistus kulunut	Normaali kuluminen		10 vuotta	s	Alkukulumista ei huomaa hiomakoneen toiminnassa. Kuluminen huomaa hiomaneen toiminnassa vasta kun se on edennyt tarpeeksi pitkälle, siksi tarkastukset ovat tärkeitä, vaikka vaihtoväli on suuri. Hiontalaadun heikkeneminen	2 h	heikentynyt hiontakapasiteetti, hammasyöjän vaihto		Tarkistus vuosihuolloissa, vaihto tarvittaessa	2 kertaa vuodessa	kupi	Hammasyöjä 16 H 150, 635976, Hammasyöjä 40 H 150, 643247	
			Akselikila kulunut	Normaali kuluminen		10 vuotta	s	Aiheuttaa epätarkkoja liikkeitä ja nykimistä, laatuhäiriö	3h	Heikentynyt hiontakapasiteetti		Hammasyöjän valdon yhteydessä tarkistetaan		kupi	Akselikila	Varaosa suositellaan hankittavaksi

Mittalaite															
Mittaa valssin profiilin ja halkaisijan	Mittalaitteen liikerata väärä/vajaa	Liuku-uran vastatappi	Liuku-uran vastatappi poikki	Kuluminen, ylikuormitus		3 vuotta	s	Mittalaite ei mittaa oikein tai mittaa väärin.	2h	Vaihdetaan varamittalaite ja huolletaan rikkoutunut mittalaite korjaamalla	Ei ennakkohuoltoa tällä hetkellä, ainoa ennahuolto koko mittalaitteelle on säännöllinen puhdistus	kerran vuorossa	käyttö	Tappi	Varaosa suositellaan hankittavaksi
			Liuku-uran vastatappi kulunut	Kuluminen, ylikuormitus		3 vuotta	s	Mittalaite ei mittaa oikein tai mittaa väärin.	2h	Vaihdetaan varamittalaite ja huolletaan rikkoutunut mittalaite korjaamalla	Ei ennakkohuoltoa tällä hetkellä, ainoa ennahuolto koko mittalaitteelle on säännöllinen puhdistus	kerran vuorossa	käyttö	Tappi	Varaosa suositellaan hankittavaksi
	Mittalaitteen liike epätarkka	Kiertoakselin liuku-ura	Kiertoakselin liuku-ura kulunut			3 vuotta	s	Mittatulos epätarkka	2h	Vaihdetaan varamittalaite ja huolletaan rikkoutunut mittalaite korjaamalla	Ei ennakkohuoltoa tällä hetkellä, ainoa ennahuolto koko mittalaitteelle on säännöllinen puhdistus	kerran vuorossa	käyttö	Kiertoakseli, 635947	
			Likaanuminen	hiomaneste tarttuu akseliin		viikko	t	Mittausvirhe, joudutaan käsin muuttamaan valssin halkaisijamitta	10 min pelkkä puhdistus		Kerran vuorossa puhdistusta + tarpeen mukaan	kerran vuorossa	käyttö		
	Mitta laite ei liiku	Kiertoakseli	Kiertoakseli ei jaksa liikkua	Voitelun puute		kerran vuodessa	s	Hionta ei käynnisty, jos mittalaite ei mittaa valssia	2h, joskus riittää pelkkä rasvaus	Heikentynyt hiontakapasiteetti, tarkistetaan mittalaitteen voitelu.	Voitelun tarkistus	päivittäin	käyttö		
		Moottori	Moottori rikki			10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty, jos mittalaite ei mittaa valssia	2h	Heikentynyt hiontakapasiteetti, moottorin vaihto	Korjaava kunnossapito		kupi	Moottori	
		Mekaaninen sylinteri	Sylinteri rikki			yli 10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty, jos mittalaite ei mittaa valssia		Vaihdetaan varamittalaite ja huolletaan rikkoutunut mittalaite korjaamalla	Korjaava kunnossapito		kupi		
	Mittalaite mittaa väärin	Anturi	Likaantuminen			kerran vuodessa	t	Mittalaitteen anturi on päässyt likaantumaan, joten mittatuloksesta tulee epätarkka	2h	Vaihdetaan anturi	Puhdistetaan mittalaite joka vuorossa	päivittäin	käyttö	MT 12, 635202	
			Hajoaa mekaanisesti			kerran vuodessa	s	Anturi ei mittaa tai sen mittatulos on epätarkka	2h	Vaihdetaan anturi	Puhdistetaan mittalaite joka vuorossa	päivittäin	käyttö	MT 12, 635202	
			Kalibrointi	Kalibroitu väärin tai arvot lähteneet muuttumaan		kerran vuodessa	s	Mittalaitteen mittatulos väärä	1h	Kalibroidaan mittalaite	Säännöllinen kalibrointi	6 viikon välein	käyttö		
		Vipuvarsi	Vipuvarsi liian väijällä tai juminut toiseen reunaan			kerran vuodessa	s	Jos vipuvarsi on juminut väärään asetoon mittalaite mittaa väärin	1h	Tarkistetaan vipuvarren kunto, puhdistusta	Tarkistetaan vipuvarren liikkuvuus		käyttö		

Karapylkän RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus		Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tehtävän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuo turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...		Korjaava vai ennakkoavakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Valssin pyöritys																
Valssin pyöritys hionnan aikana	Valssi ei pyöri	Sähkömoottori	Karapylkän pyöritysmoottoririkki	Tunnit täynnä		10 vuotta	s	Valssi ei pyöri, joten hiontakaa ei ole mahdollista	2h	Moottorin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen		Korjaavaa kunnossapito		kupi	Kolmivaihemoottori	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Käyttöhihna	Käyttöhihna kulunut/poikki	Kuluminen		10 vuotta	s	Valssi ei pyöri ja hionta ei onnistu, jos hihnan kuluminen on päässyt etenemään liian pitkälle	1 vuorokausi	Käyttöhihnan vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen		Visuaalinen tarkistus kerran vuodessa ja vaihto noin viiden vuoden välein	kerran vuodessa	kupi, 5min	Moniurahihna 22 PJ 1439, 635989	
		Hihnapyörä	Hihnapyörä kulunut/rikki	Kuluminen		yli 10 vuotta	s	Valssi ei pyöri, jos hihnapyörän kuluminen on päässyt etenemään liian pitkälle. Yleensä kuluminen havaitaan ennen liikkeen kokonaan loppumista	1 vuorokausi	Hihnapyörän vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen		Visuaalinen tarkistus kerran vuodessa	kerran vuodessa	kupi, 5 min	Hihnapyörä	Varaosa suositellaan hankittavaksi
	Kynnet ei liiku / tartu valssista	Etulevy ja kynsi-istukka	Paineilmavuoto	Sisäinen vuoto		pari kertaa vuodessa	s	Kynnet eivät tartu kunnolla valssista ja valssin pyöritys päättyy lopulta kokonaan	4 h	Vaihdetaan uusi pakka ja huolletaan entinen korjaamalla		Korjaava kunnossapito, visuaalinen tarkistus			Tarttujapää	
				Paineilmaletku		pari kertaa vuodessa	s	Kynnet eivät tartu kunnolla valssista ja valssin pyöritys päättyy lopulta kokonaan	1h	Letkun vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen		Korjaava kunnossapito, visuaalinen tarkistus, ääni		kupi		
				Magneettiventtiili		10 vuotta	s	Kynnet eivät tartu kunnolla valssista ja valssin pyöritys päättyy lopulta kokonaan	1-2h			Korjaava kunnossapito		kupi	Magneettiventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Tiivisteet		5 vuotta	s	Jos tiivisteet vuotavat ja kynnet eivät taryu valssista, valssin pyöritys ja hionta ei onnistu.		Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan uusi kynsi-istukka ja huolletaan vanha korjaamalla		Korjaava kunnossapito			Tiivistesarja röhm tarttujalle, 666330	
			Kynsi-istukan sisäinen rikkoutuminen	Kynnen tiivisteet päästävät hiontaneistettä läpi		kerran vuodessa	s	Valssin pyöritys loppuu, kynnet eivät liiku. Vika voidaan havaita aikasemmin hiontalaadun heikkenemisestä	4 h	Vaihdetaan uusi pakka ja huolletaan entinen korjaamalla. Hiontakapasiteetin aleneminen		Kynsiitiivisteiden tarkistus / vaihto pä väseisokissa	6 viikon välein	kupi, 5min	Kynsiitiivisteet	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Kynnen kuluminen		10 vuotta	s	Hiontalaadun heikkeneminen	5min	Vaihdetaan uudet kynnet, rajoittaa hiontakapasiteettia		Kynsien kunto tarkistetaan vasta, kun jokin vika on päällä. Kynnet ovat kuluneet niin hano in, ettei iheämpää tarkastusta nähdä tarpeelliseksi			Kiinnitysleukasarja, 635004	
				Kynnen pultti poikki		10 vuotta	s	Jos pultti katkeaa, kynsi ei liiku ja valssin pyöritys ei onnistu	1h	Hionta väisty y, pultin vaihto		Korjaava kunnossapito		kupi		

	Valssi ei pyöri	Käyttöäkseli ei välitä pyörimisliikettä	Käytettävän akselin laakerointi on rikki	Voitelun puute		harvoin unohtuu	s	Käyttöäkselin takerteleva liike, hiontalaadun heikkeneminen	5min, jos pelkkä voitelu riittää. Laakerin vaihto noin 8 h	Hiontalaatu heikkenee ja joudutaan hiomaan valsseja uudestaan, hiontakapasiteetti alenee	Hioja käy laittamassa rasvaprässillä rasvaa n. 50 h välein	n. 50 h välein	käyttö, 5 min		
				Kuluminen		10 vuotta	s	Käyttöäkselin takerteleva liike, hiontalaadun heikkeneminen. Laakereiden kestoikä noin 10 vuotta	8h	Hiontakapasiteetin aleneminen, heikentynyt hiontalaatu. Vaihdetaan uudet laakerit	Tarkistetaan laakereiden kunto vuosihuolloissa, vaihto noin 5 vuoden välein	kerran vuodessa		Kuulalaakeri 6020-2Z	
				Ylikuormitus	Automaattituen viottuminen (työntää liian suurella voimalla valssia), kärkipinoli työntää liian kovalla paineella	kerran vuodessa	s	Hiontalaatu heikkenee, lopulta hionta voi lakata	3 h	Jos laakerit ehtivät vaurioitua ylikuormituksesta vaihdetaan uudet	Kalibrointi vuosihuolloissa	2 kertaa vuodessa	käyttö, 1h		
	Valssi pyöri huonosti / tärisee	Etulevy ja kynsi-istukka	Kynnet eivät tartu riittäväällä voimalla valssiin	Paineilmavuoto	mts. Aikaisempi kohta kynnet ei liiku / tartu vassista, paineilmavuoto		s								
			Joku kynsistä ei tartu	Kynnen kiinnityskappale rikki		10 vuotta	s	Valssin pyöritys ei onnistu	pakan vaihto n. 4 h, vanhan pakan huolto n. 3 päivää	Vaihdetaan uusi pakka ja huolletaan entinen korjaamolla	Korjaava kunnossapito		kupi	Kiinnityskappale	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Kynnen tiiviste päästää hiontaneistettä läpi		kerran vuodessa	s	Hiontaneiste ruostuttaa pakkaa sisältäpäin, kynnet eivät tee liikettä ja valssin pyöritys lopulta päättyy	pakan vaihto n. 4 h, vanhan pakan huolto n. 3 päivää	Vaihdetaan uusi pakka ja huolletaan entinen korjaamolla	Kynsitiivisteiden tarkistus / vaihto päiväseisokeissa	6 viikon välein	kupi, 5min	Kynsitiivisteet	Varaosa suositellaan hankittavaksi
			Kynnet ovat kuluneita	Kuluminen		kerran tapahtunut eli noin 10 vuotta	s	Hiontalaadun heikkeneminen	5min	Vaihdetaan uudet kynnet, rajoittaa hiontakapasiteettia	Kynsien kunto tarkistetaan vasta, kun jokin vika on päällä. Kynnet ovat kuluneet niin hanoin, ettei tiheämpää tarkastusta nähdä tarpeelliseksi			Kiinnitysleukasarja, 635004	
			Kynnen rakenne on rikki	Valssin tippuminen	Valssin tippuminen aiheuttanut kolhuja kynsiin	10 vuotta	s	Kynnet eivät tartu kunnolla valssista ja valssin pyöritys päättyy lopulta kokonaan	5 min	Vaihdetaan uudet kynnet, rajoittaa hiontakapasiteettia	Korjaava kunnossapito, pyritään estämään valssin tippuminen		kupi	Kiinnitysleukasarja, 635004	
			Kynsi-istukan sisäinen rikkoutuminen	Komponenttien kuluminen/väsymine n		2 vuotta	s	Kynsi-istukan sisäinen kuluminen heikentää hiontalaatua ja lopulta valssin pyöritys päättyy kokonaan	pakan vaihto n. 4 h, vanhan pakan huolto n. 3 päivää	Vaihdetaan uusi pakka ja huolletaan entinen korjaamolla	Korjaava kunnossapito, pyritään kuitenkin vaihtamaan varapakka ennen kuin kuluminen on estänyt valssin pyörityksen kokonaan	2 vuoden välein	kupi	Tarttujapakka	
		Laakerointi	Laakeroinnin rikkoutuminen	Kuivuminen		10 vuotta	s	Aiheuttaa tärinää ja laatuvirhettä valssiin	8 h	Vaihdetaan uudet laakerit, laakereiden vaihto ja vikavaiheessa aiheutunut tärinä rajoittaa hiontakapasiteettia	Laakereiden rasvaus rasvaprässillä noin 40 käyttötunnin välein. Laakerit vaihdetaan 5 vuoden välein	rasvaus 40 h välein ja vaihto 5 vuoden välein	käyttö hoitaa rasvauksen 5 min ja kupi vaihdon	Kuulalaakeri 6020-2Z, 509192	
		Käyttöhihna	Hihna löysännyt	Väsyminen		yli 10 vuotta	s	Aiheuttaa tärinää ja laatuvirhettä valssiin	8h	Vaihdetaan uusi hihna, hiontakapasiteetin aleneminen	Visuaalinen tarkistus vuosihuolloissa ja vaihto tarvittaessa	kerran vuodessa	kupi	Moniurahihna 22 PJ 1439, 63598	

		Hihnapyörä	Hihnapyörä kulunut			yli 10 vuotta	s	Aiheuttaa tärinää ja laatuvirhettä valssiin	8h	Vaihdetaan uusi hihnapyörä, hiontakapasiteetin aleneminen	Visuaalinen tarkistus vuosihuolloissa ja vaihto tarvittaessa	kerran vuodessa	kupi	Hihnapyörä	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Keskiö	Kuluminen	Normaali kuluminen		1-2 kertaa vuodessa	s	Aiheuttaa tärinää ja laatuvirhettä valssiin	10 min	Hiontakapasiteetin heikkeneminen, vaihdetaan uusi kärki ja huolletaan vanha pyörivä keskiökärki korjaamolla, jos mahdollista	Tarkistetaan visuaalisesti säännöllisesti	viikoittain	käyttö, 5min	kärkipinoli röhm, 668611, pyörivä keskiökärki, 635949	
Valssin tukeminen hionnassa															
Tukea valssia hionnan aikana	Ei tue valssia riittävästi/lainkaan	Keskiö	Keskiökärki nikki	Kuluminen		1-2 kertaa vuodessa	s	Tärinää ja laatuvirhettä valssiin	10 min	Hiontakapasiteetin heikkeneminen, vaihdetaan uusi kärki	Tarkistetaan visuaalisesti säännöllisesti	viikoittain	käyttö, 5min	kärkipinoli röhm, 668611	



Kärkipylkän RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyitä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaamine n kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Kärkipylkän siirto	Liikuttaa tarvittaessa kärkipylkkää	Kärkipylkkä ei liiku													
		Moottori	Moottori rikki	Tunnit täynnä			s	Kärkipylkkä ei liiku	2h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin	Korjaava kunnossapito		kupi	Moottori, 665806	
		Hammaskisko	Hammaskisko kulunut			yli 10 vuotta	s	Kärkipylkkä ei liiku	3 h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin	Puhdistus päiväseisokeissa	6 viikon välein	käyttö		
		Hammasratas	Hampaistus kulunut	Kuluminen		yli 10 vuotta	s	Kärkipylkkä ei liiku	3 h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin	Visuaalinen tarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi		
		Lukitus sylinteri	Kärkipylkän lukitus sylinteri jumii	Sylinteri rikki	Kuluminen	10 vuotta	s	Kärkipylkkää ei voida siirtää, jos valssien pituus muuttuu	4 h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin	Tarkistetaan sylinterin kunto puhdistuksen yhteydessä vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi	Hydrauliikkasyylinteri ZSF 1600	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Hydrauliikkajärjestel- mässä vika	katso hydrauliikkaosio		s								
	Kärkipylkkä liikkuu huonosti	Hammaskisko	Hammaskisko kulunut	Normaali kuluminen		yli 10 vuotta	s	Kärkipylkkä liikkuu huonosti	3 h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin, jos kärkipylkkä ei liiku	Puhdistus päiväseisokeissa	6 viikon välein	käyttö		
		Hammasratas	Hampaistus kulunut	Normaali kuluminen		yli 10 vuotta	s	Kärkipylkkä liikkuu huonosti	3 h	Ei voi tehdä vaihdosta työvalssien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin, jos kärkipylkkä ei liiku	Visuaalinen tarkistus vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi		
Kärkipylkän lukitseminen															
Lukitsee kärkipylkän	kts. Hydrauliikkaosio kärkipylkän lukitseminen						s								

Kärkipylkän pinoli																
Tukee valssia hionta-aikana	Ei tue valssia	Pinoli	Pinoli ei tue riittäväällä voimalla valssia	Hydrauliikkajärjestelmässä vika	Katso hydrauliikkaosio											
			Pinoli ei liiku eteen	Hydrauliikkajärjestelmässä vika	Katso hydrauliikkaosio, kärkipinolin liikutus		s	Jos pinoli ei liiku eteen valssin hionta ei voi käynnistyä, eikä robotti luovuta valssia hiomakoneelle		Hiontakapasiteetin heikkeneminen						
				Voitelujärjestelmässä vika	Katso voiteluosio		s	Jos pinoli ei liiku eteen valssin hionta ei voi käynnistyä, eikä robotti luovuta valssia hiomakoneelle		Hiontakapasiteetin heikkeneminen						
				Kuluminen	Lukitus sylinterin jousi vaurioitunut	10 vuotta	s	Jos pinoli ei liiku eteen valssin hionta ei voi käynnistyä, eikä robotti luovuta valssia hiomakoneelle	6h	Hiontakapasiteetin heikkeneminen	Pyritään ennakoimaan ja vaihtamaan lukitus sylinteri ajoissa esim. vuosihuolon yhteydessä	10 vuotta	kupli 6h	lukitus sylinterin jousi, lukitus sylinteri	Varaosa suositellaan hankittavaksi. Ensimmäisen sylinterin tarkempi tutkiminen, huoltoväliä voi vielä tarkastella	
					Pinoli kulunut	10 vuotta	s	Pinolin kuluminen voi aiheuttaa pinolin takertelua. Pinoli tuskin kuitenkaan pääsee kulumaan niin pahasti, että koko liike loppuisi. Hionta ei käynnisty ennen kuin pinoli on paikoillaan ja lukittu		Hiontakapasiteetin heikkeneminen	Tarkistetaan pinolin pinnan kuluneisuus puhdistuksen yhteydessä, naamuja voidaan hioa. Koneistamalla pinolin kiilaurat toiselle puolella, pinolista saatisiin puhdas pinta esiin. Pinoli lukitus sylinteri voi jumia kuluneeseen pinoliin kiinni	kerran vuodessa	kupli	Pinoli		
				Likaantuminen	Pinolin likaantuminen	1 vuosi	t	Pinolin likaantuminen aiheuttaa takertelua pinolin liikkeissä, lopulta likaantuminen voi aiheuttaa jopa pinolin jumimisen	6h	Hionta ei ole mahdollista, jos pinoli ei liiku, hiontakapasiteetti alenee	Puhdistetaan pinoli vuosihuollossa	kerran vuodessa	kupli, käyttö 6h			
		Keskiökärki	Keskiökärki antaa periksi, aiheuttaa tärinää valssiin	Laakerointi rikkoutunut	Kuivuminen	1 vuosi	s	Laakerille ei tule voitelua, joten kuivuvat ja rikkoutuvat lopulta. Hiontalaatu heikkenee, tärinää	1h	Hiontakapasiteetin heikkeneminen. Koko keskiökärjen vaihto, rikkoutunut keskiökärki huolletaan korjaamolla	Tehdään säännöllisiä tarkistuksia ja vaihdetaan tarvittaessa. Jos laakerit rikkoutuvat vaihdetaan koko keskiö ja tuodaan vanha keskiö korjaamolle huollettavaksi, mikäli on vielä käyttökelpoinen	viikoittain	käyttö	Keskiökärki, 663333, laakerit jos vanha huolletaan		
					asennusvirhe	3kk	s	Tärinä ja hiontalaadun heikkeneminen	1h	Hiontakapasiteetti alenee hetkellisesti. Tärinävalssaja joudutaan hiomaan uudestaan	Huollellinen asennus ja koulutusta	3 kuukauden välein	käyttö	Keskiökärki, 663333, laakerit jos vanha huolletaan		
				Keskiökärki kulunut	Kuluminen	kerran vuodessa	t	Hiontalaadun heikkeneminen ja tärinä	1h	Hiontakapasiteetin heikkeneminen, vaihdetaan uusi osa	Ennakoidaan silmämääräisillä tarkastuksilla, ei voida estää normaalia kulumista,	viikoittain	käyttö	Kärkipinoli herkules, 668612 tai kärkipinoli lukitusuralla, 671539		
					Saanut osumia / kolhuja	muutaman kerran vuodessa	t	Hiontalaadun heikkeneminen ja tärinä	1h	Hiontalaadun heikkeneminen, vaihdetaan uusi osa	Tehdään tarkistuksia, osumat johtuvat usein robotin virheellisestä asemoinnista eli robotti asettaa valssin väärin	viikoittain	käyttö	Kärkipinoli herkules, 668612 tai kärkipinoli lukitusuralla, 671539		
			Keskiökärki jumittunut	Laakerit jumittaneet	Kuivuminen	pari kertaa vuodessa	t	Tärinä ja hiontavirheet valssissa. Virheet näkyvät valssin toisessa päässä eli karapylikan päässä	1h	Hiontakapasiteetin heikkeneminen. Huonosti hiotut valssit täytyy hioa uudestaan. Vaihdetaan uusi keskiökärki ja huolletaan vanha korjaamolla, jos mahdollista	Tarkistetaan säännöllisesti keskiökärjen kunto	viikoittain	käyttö	Keskiökärki, 663333, laakerit jos vanha huolletaan		

Löysätä valssi, kun robotti hakee sen	Pinoli ei liiku sisään	Lukitus sylinteri	Lukitus sylinteri jää pinoliin kiinni	Hydrauliikkajärjestelmässä vika	Katso hydrauliikka osio pinolin avaus		s								
				Likaantuminen		kerran vuodessa	s	Lukitus sylinterin liike alkaa takkuilla likaantumisen ja lopulta se voi jumia kokonaan	6h		Puhdistetaan vuosihuollon yhteydessä	kerran vuodessa	kupi		
				Kuluminen		10 vuotta	s	Lukitus sylinteri voi kuluessaa jäädä pinoliin kiinni, pinoli ei liiku	6h	Hiontakapasiteetin aleneminen, lukitus sylinterin vaihto	Tarkistetaan lukitus sylinterin kunto vuosihuollon yhteydessä ja tarvittaessa vaihdetaan	kerran vuodessa	kupi	Lukitus sylinteri	
		Pinoli	Pinoli ei liiku sisään, vaikka lukitus sylinteri on löysännyt	Hydrauliikkajärjestelmässä vika	Katso hydrauliikka osio liikuttaa kärkipinolia		s								
				Voitelun puute	Katso voitelukaavio		s								
Hiomakiven halkaisijan mitta															
Mittaa hiomakiven halkaisijan ennen hionnan aloittamista	Ei mittaa halkaisijaa / mittaa väärin	Anturi	Likaantunut			5 vuotta	s	Ei mittaa oikein	1h	Hiomakiven halkaisija mitataan väärin. Puhdistetaan likaantunut anturi	Tarkistetaan päiväesoksissa anturin puhtaus ja puhdistetaan tarvittaessa	6 viikon välein	kupi		
			Hajooa mekaanisesti			5 vuotta	s	Ei mittaa hiomakiven halkaisijan mittaa	2h	Vaihdetaan uusi anturi	Korjaava kunnossapito		kupi	Rajakytkin. 614659	
		Jousi				10 vuotta	s	Jos jousi on poikki, mittatulos antaa hiomakivelle suurimman mahdollisimman mitan	1h	Vaihdetaan uusi jousi	Tarkistetaan päiväesoksissa jousen kunto ja liikkuvuus	6 viikon välein	kupi	jousi	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Voitelun puute				3 kk	s	Mittalaitteen liike onm takertelevaa ja lopulta se voi jumia	0,5	Voidellaan mittalaitte	Voitelu päiväesokeissa	6 viikon välein	kupi		
		Likaisuus	Hiontaneste	Hiontanestettä pääsee mittalaitteeseen		3 kk	s	jumii liikkeen, ei mittaa oikein	0,5h	Puhdistetaan mittalaitte	Puhdistus	6 viikon välein	käyttö		

Hiomakelkan RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä häiriintyy tai estyy?	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyystä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Hiomakelkan siirto															
Liikuttaa hiomakelkkaa	Hiomakelkka ei liiku	Moottori	Moottori rikki	Tunnit täynnä		10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	3 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan uusi moottori	Korjaava kunnossapito		Kupi	Moottori	
		Kuularuuvi	Kuularuuvi jumissa	Voitelun puute		yli 10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	0,5 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, laitetaan voitelu kuntoon. Jos kuularuuvi on vaurioitunut vaihdetaan se	Voitelusta huolehtiminen, kuularuuvien kunnon tarkistus vuosihuolloissa	Kerran vuodessa	Kupi		
				Likaantuminen		yli 10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, puhdistetaan kuularuuvi	Voitelusta ja siisteydestä huolehtiminen	Päivittäin	Käyttö		
				Laakeri- / ruuvirikko	Ruuvien kestoikä lopussa	yli 10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, kuularuuvien vaihto. Kuularuuvien kestoikä hyvällä voitelulla reilut 10 vuotta	Korjaava kunnossapito, pyritään kuitenkin vaihtamaan kuularuuvit ennen kuin se jumii kokonaan		Kupi	Kuularuuvi, 634960	
		Hammashihnapyörä	Hammashihnapyörän hampaistus kulunut/riikki	Kuluminen		10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, hammashihnapyörän vaihto	Tarkistetaan vuosihuolloissa hammashihnapyörien kunto ja vaihdetaan tarvittaessa	Kerran vuodessa	Kupi	Hammashihnapyörä, 661439, hammashihnapyörä, 643246	
		Käyttöhihna	Käyttöhihna kulunut/poikki	Kuluminen		5 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, hammashihnan vaihto	Tarkistetaan vuosihuolloissa hammashihnan kunto ja vaihdetaan tarvittaessa	Kerran vuodessa	Kupi	Hammashihna, 635988	
		Johteet	Johdevaunu ei liiku	Voitelun puute	Voiteluaine loppunut tai sitä on liian vähän	10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	0,5	Hiontakapasiteetin aleneminen. Voiteluaineen lisäys riittää, jos johteet eivät ole vaurioituneet	Johdevoitelun tarkistus päivittäin	Kerran päivässä	Käyttö		
				Johteet likaantuneet		10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen. Johteiden kaavaus	Johteiden tarkistus vuosihuolloissa	Kerran vuodessa	Kupi		
			Johdesuojukset	Kiinnitys virheellinen		10 vuotta	s	Hiomakelkka ei liiku, hionta ei onnistu	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen. Kiinnitetään johdesuojukset uudelleen	Huolellinen asennus		Kupi		

	Hiomakelkka liikkuu huonosti	Johteet	Johteet vinnossa	Asennusvirhe		10 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen, johteiden linjaus		Huolellinen johteiden linjaus vuosihuolloissa	Kerran vuodessa	Kupi		
				Perustan muuttuminen	Esim. kiilakengät pettäneet	10 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen, perustan tarkistus ja koneen linjaus		Koneen yhdensuuntaisuuden tarkistus vuosihuolloissa	Kerran vuodessa	Kupi		
			Johdesuojukset	Kiinnitys virheellinen		10 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen, johdesuojien uudelleen kiinnitys		Huolellinen asennus		Kupi		
			Johteiden likaantuminen			10 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	4 vuorokautta	Hiontakapasiteetin aleneminen. Johteiden kaavaus		Johteiden tarkistus vuosihuolloissa	Kerran vuodessa	Kupi		
		Käyttöhihna	Käyttöhihna kulunut			5 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan käyttöhihna		Tarkistetaan vuosihuolloissa hammashihnan kunto ja vaihdetaan tarvittaessa	Kerran vuodessa	Kupi	Hammashihna, 635988	
		Hammashihnapyörä	Hihnapyörän kulunut			10 vuotta	s	Hiomakelkka liikkuu epätasaisesti ja hiontalaatu on heikkoa	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan hammashihnapyörät		Tarkistetaan vuosihuolloissa hammashihnapyörän kunto ja vaihdetaan tarvittaessa	Kerran vuodessa	Kupi	Hammashihnapyörä, 661439, hammashihnapyörä, 643246	

Hydrauliikan RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyitä	Kuinka usein vika voi tahautua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaamine n kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Liikuttaa kärkipinolia	pinoli ei liiku	paineanturi (ei näy kaavoissa)	paineanturi ei saavuta painetta	sylinteri	sylinteri rikki	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	4 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi	Hydrauliikkasyylinteri	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				putki/etku	putki poikki	kerran vuodessa	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi		
				suuntaventtiili	venttiilin kela rikki	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	0,5 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
					venttiili jumissa	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	0,5 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				pumppu	pumppu sammunut / voittunut	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi	Pumppu	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				moottori	moottori rikki	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Korjaava kunnossapito		kupi	Moottori	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				öljy	öljy lopussa	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	0,5 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Käyttäjäkierrokset	viikoittain	käyttö		Aalarajahälytys pitäisi estää öljyn loppumisen
					liikaantunut	10 vuotta	s	Pinoli ei liiku, eikä robotti jätä valssia hiomakoneelle, hionta ei onnistu	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Ennakkohuolto vaihtaa öljyt	kerran vuodessa	ehu		
	pinoli liikkuu osittain / väärällä paineella	paineenrajoitus venttiili	ei pysy säädöissä ( 120)	jousi kuoleutunut		10 vuotta	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	Korjaava kunnossapito, mutta mitataan säädöt tietyin välein. Mitataan järjestelmäpaineet vuosihuolloissa		kupi	Paineenrajoitusventti- ili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		paineventtiili	väärä arvo			10 vuotta	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	Mitataan paineet vuosihuolloissa, säädetään vain tarvittaessa ei kokeilumielessä		kupi		
			venttiili vuotaa			10 vuotta	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	korjaava kunnossapito			Paineventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi, käsitellään tarkastustaajuus am-kierrosten yhteydessä

		putkisto/letku	vuoto putkistossa		Vuoto putkistossa	kerran vuodessa	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	korjaava kunnossapito ja käyttäjäkierrokset		käyttö		Käsitellään tarkastustaajuus am-kierrosten yhteydessä
		hydrauliikkasyylinteri	sisäinen vuoto			10 vuotta	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy. Vikaa ei huomaa ennen kuin suojakotelo avataan	4h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	määräaikaisvaihtaminen, varaosan hankkiminen, tiivisteiden vaihdolla sylinterin vuodot voitaisiin estää	10 vuotta	kupli 4h	Hydrauliikkasyylinteri 32/16x150mm	Varaosa suositellaan hankittavaksi. Ensimmäisen sylinterin tarkempi tutkiminen, huoltoväliä voi vielä tarkastella
			ulkoinen vuoto			10 vuotta	s	Pinoli liikkuu epämääräisesti, toiminto ei keskeydy, mutta heikentyy. Vikaa ei huomaa ennen kuin suojakotelo avataan	4 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	ulkoiset vuodot silmämääräistarkastuksilla vuosihuoltojen yhteydessä	0,5 vuotta	kupli		käsitellään tarkastustaajuus am-kierrosten yhteydessä
<b>Pinolin lukituksen avaus</b>															
Löysätä pinolin lukitus	Lukitus ei auvadu	painekeytkin	painekeytkin ei saavuta 30 bar	moottori	käyttöikä lopussa	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, moottorin ja pumpun vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Moottori	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				pumppu	pumppu sammunut / voittunut	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, moottorin ja pumpun vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Pumppu	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Putkisto/letku	Vuoto putkistossa	kerran vuodessa	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu		Hiontakapasiteetin aleneminen, vian korjaus	käyttäkierrokset visuaalinen tarkastus	kuukausittain	käyttö		
				Paineenalennusventtiili	jousi rikki	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	2 h	Hiontakaapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Paineenalennusventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Suuntaventtiili Y8	kela rikki	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	2 h	Hiontakaapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
					jumissa	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	2 h	Hiontakaapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Suuntaventtiili Y9	jäänyt auki asentoon	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydrauliikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei auvadu	2 h	Hiontakaapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto	Korjaava kunnossapito		kupli	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi

				Sylinteri	sisäinen vuoto, o-rengas voittunut	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydraulikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei avaudu	6 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, tiivistyksen korjaaminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Lukitus sylinteri	Varaosa suositellaan hankittavaksi
					mäntä juminut	10 vuotta	s	Pinolin lukituksen avaus tapahtuu hydraulikalla, jos hydraulikkajärjestelmä ei toimi oikein pinolin lukitus ei avaudu	6 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, van korjaus	Korjaava kunnossapito			Lukitus sylinteri	Varaosa suositellaan hankittavaksi
Pinolin lukitus (jousi käytöinen)															
Lukitsee pinolin hionnan ajaksi	Pinoli ei lukkiudu	Lukitus sylinteri	Lukitus sylinterin jousi kuoleutunut			10 vuotta		Jos pinoli ei lukkiudu se saattaa pudottaa valssin kesken hionnan ja aiheuttaa tärinää ja laatuviirhetta	6 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, sylinterin vaihto	Lukitus sylinteri olisi hyvä vaihtaa ennakoidusti vuosihuolloissa esim. 10 vuoden välein	10 vuotta	kupi	Lukitus sylinteri	Varaosa suositellaan hankittavaksi. Ensimmäisen sylinterin tarkempi tutkiminen, huoltovälä voi vielä tarkastella
		Suuntaventtiili Y9	Venttiili ei avaudu	venttiili jumissa		10 vuotta	s	Jos pinoli ei lukkiudu se saattaa pudottaa valssin kesken hionnan ja aiheuttaa tärinää ja laatuviirhetta	2 h		Korjaava kunnossapito		kupi	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				kela rikki		10 vuotta	s	Jos pinoli ei lukkiudu se saattaa pudottaa valssin kesken hionnan ja aiheuttaa tärinää ja laatuviirhetta	2 h		Korjaava kunnossapito		kupi	Suuntaventtiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Lukitus sylinterin liikkaisuus	ei jaksa avata			kerran vuodessa	s	Jos pinoli ei lukkiudu se saattaa pudottaa valssin kesken hionnan ja aiheuttaa tärinää ja laatuviirhetta	6 h		Puhdistus vuosihuollon yhteydessä	kerran vuodessa	kupi		
Kärkipytkän lukitus															
Lukitsee kärkipytkän paikoilleen	Ei lukkiudu	Sylinteri	Jousi	Jousi poikki/kuoleutunut		10 vuotta	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkipytkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	4 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, sylinterin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Tarkistetaan jousien kunto puhdistuksen yhteydessä vuosihuolloissa		kupi	Hydraulikkasyylinteri ZSF 1600	Varaosa suositellaan hankittavaksi
		Paineanturi	Paineanturi ei saa signaalia	kaapeli poikki		yli 10 vuotta	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkipytkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	2 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, kaapelin korjaus, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi		
				anturi rikki		yli 10 vuotta	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkipytkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	2 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, anturinvaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Paineanturi	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				anturille menevä putki vuotaa / tukossa		kerran vuodessa	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkipytkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	2 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, van korjaus, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi		



		Likaisuus	Ei jaksa avata			kerran vuodessa	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkepylkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	6 h (tehdään vuosihuoltoto- iden yhteydessä)	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, puhdistus, hiontakapasiteetin aleneminen	Puhdistus vuosihuollon yhteydessä		kupi		
		Venttiili Y7	venttiili ei avaudu	jumissa		10 vuotta	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkepylkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	2 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, venttiiliin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				kela rikki		10 vuotta	s	Hiominen käynnistyy, vaikka kärkepylkä ei ole lukittu. Valssi voi tippua, jos ei ole lukittu	2 h	Mahdollinen valssin tippuminen aiheuttaa lisävaurioita, venttiiliin vaihto, hiontakapasiteetin aleneminen	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
Kärkepylkän avaus															
Avata kärkepylkän lukitus	Kärkepylkä ei avaudu	painekeytkin	painekeytkin ei saavuta 250 bar	Venttiili Y6 ei avaudu	kela rikki	10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				jumissa		10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Moottori		10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	8 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Moottori	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Pumppu	pumppu sammunut / voittunut	10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	8 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Pumppu	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Sylinteri	sisäinen vuoto, o-rengas voittunut	10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	6 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Hydrauliikkasyylinteri ZFS 1600, O-rengas	Varaosa suositellaan hankittavaksi
					mäntä juminut	10 vuotta	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	6 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Hydrauliikkasyylinteri ZFS 1600	Varaosa suositellaan hankittavaksi
				Putki/letku	putki / letku vuotaa tai poikki	kerran vuodessa	s	Kärkepylkä avataan vain kun valssin pituus muuttuu. Valssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkepylkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Käyttäkierrokset, visuaalienn tarkistus	kuukausittain	käyttö		

				Öljy	loppunut	10 vuotta	s	Alarajahälytys pitäisi estää ölyn loppumisen	0,5 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Käyttäkierrokset, visuaalienn tarkistus	viikoittain	käyttö		
					likaantuminen	kerran vuodessa	s	Kärkipylkkä avetaan vain kun välsin pituus muuttuu. Välssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkipylkkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Ennakkohuolto vaihtaa öljyt	kerran vuodessa	ehu		
				Öljysuodattimet	tukossa	kerran vuodessa	s	Kärkipylkkä avetaan vain kun välsin pituus muuttuu. Välssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkipylkkää saadaan liikutettua		Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Ennakkohuolto vaihtaa suodattimet kerran vuodessa	kerran vuodessa	ehu		
				Paineenrajoitusventtiili 260 bar	jousi rikki	10 vuotta	s	Kärkipylkkä avetaan vain kun välsin pituus muuttuu. Välssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkipylkkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Mitataan vuosihuolloissa	kerran vuodessa	kupi	Paineenrajoitusventtiili	Varaosia suositellaan hankittavaksi
				Venttiili Y1 ei avaudu	kela rikki	10 vuotta	s	Kärkipylkkä avetaan vain kun välsin pituus muuttuu. Välssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkipylkkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosia suositellaan hankittavaksi
					jumissa	10 vuotta	s	Kärkipylkkä avetaan vain kun välsin pituus muuttuu. Välssin pituutta ei pystytä muuttamaan ennen kuin kärkipylkkää saadaan liikutettua	2 h	Ei voida tehdä muutosta työvälsien hionnasta sivutukivalssien hiontaan tai päinvastoin ennen kuin vika on korjattu	Korjaava kunnossapito		kupi	Venttiili	Varaosia suositellaan hankittavaksi

Voitelun RCM-analyysi

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTIF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suositeltava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaamine n kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaavaa vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvin ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia edellyttää?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Voidella x ja z - akselin kuularuuvit ja käärpipytkä sekä käärpimpinoli	hiomakone ei liiku	painekytkin	painekytkin ei saavuta painetta	järjestelmän ulkoinen vuoto	putki poikki	10 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, putken korjaus. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Käyttäjäkierrokset, visuaalinen tarkistus, öljyn kulutuksen tarkkailu	kerran vuorossa	käyttö		
					liitin löysällä	5 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, liittimen kiristys. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Käyttäjäkierrokset, visuaalinen tarkistus, öljyn kulutuksen tarkkailu	kerran vuorossa	käyttö		
					letku rikki	5 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, letkun kiinnitys. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Käyttäjäkierrokset, visuaalinen tarkistus, öljyn kulutuksen tarkkailu	kerran vuorossa	käyttö		
				magneettiventtiili	ohjaus puuttuu	5 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, ohjauksen korjaus. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Korjataan, kun vikaantuminen tulee		kupi, 1h, vian paikallistaminen vie suurimman osan ajasta	magneettiventtiili	varaosa suositellaan hankittavaksi
					venttiili jumissa epäpuhtaudesta	10 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, venttiilin puhdistus tai vaihto. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Korjataan kun vikaantuu, vaihdetaan uusi venttiili, jos ei ole varaosaan puhdistellaa vanhaa		kupi 2h	magneettiventtiili	varaosa suositellaan hankittavaksi
					venttiilin kela rikki	5 vuotta	s	Venttiili jumissa. Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku.	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, venttiilin vaihto. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Korjataan kun vikaantuu, vaihdetaan uusi venttiili		kupi	magneettiventtiili	varaosa suositellaan hankittavaksi
				paine kadonnut	öljy loppunut	vuosi	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku. Pintahälytys ja painehälytys varoittavat öljyn loppumisesta	10 min	Hiontakapasiteetin aleneminen, letkun kiinnitys.	Säiliön säännöllinen tarkistus	kerran vuorossa	käyttö		
					pumppu sammunut/vioutunut	5-10 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku.	3h	Hiontakapasiteetin aleneminen, pumppu vaihto / korjaus.	Korjataan kun vikaantuu, varayksiköt olemassa		kupi, 3h	Voiteluöljypumppu Vogel MFE5/BW7, 635219	pumppu ja moottoriyksikkö samassa paketissa
					moottori	5-10 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku.	3h	Hiontakapasiteetin aleneminen, moottorin vaihto / korjaus	Korjataan kun vikaantuu, varayksiköt olemassa		kupi, 3h	Voiteluöljypumppu Vogel MFE5/BW7, 635219	pumppu ja moottoriyksikkö samassa paketissa
				paineenrajoitusventtiili	jumissa	yli 10 vuotta	s	Painekytkin ei saavuta painetta, hiomapään hydrostaattivoitelu ei toimi, hiomakone ei liiku.	1h	Hiontakapasiteetin aleneminen, varayksikön vaihto. Vikaantunutta komponenttia lähdetään etsimään järjestyksessä säiliöstä lähtien	Korjataan kun vikaantuu, vaihdetaan uusi varayksikkö		kupi 1h	Voiteluöljypumppu Vogel MFE5/BW7, 635219	venttiili kuuluu pumppuun ja moottorin kanssa samaan pakettiin
					säättö ryöminyt	10 vuotta	s	paine kiertää pöntön sisällä, vaihdetaan koko pumppu-moottori yksikkö	3h	Hiontakapasiteetin aleneminen, varayksikön vaihto, korjataan entinen jos mahdollista	Korjataan kun vikaantuu, varastosta löytyy		kupi, 3h		

progressiivinen annosteluventtiili voitelee kuularuuvien laakerit ja kärkipylikän	voitelu ei mene kohteeseen	progressiivinen annostelija	tukossa	epäpuhtaus	suodatin rikki	yli 5 vuotta	s	kuularuuvien laakeri voittuu, vika huomataan vasta kun laakeri on voittunut, konetta purkamatta ei pystytä varmistamaan	3 päivää	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian etsintä ja korjaus. Annoetuventtiiliin ja kuularuuvien vaihto tarvittaessa	Vaihdetaan uudet suodattimet öljyn vaihdon yhteydessä	kerran vuodessa	ehu		
			voittunut	epäpuhtaus	suodatin rikki	yli 5 vuotta	s	kuularuuvien laakeri voittuu, vika huomataan vasta kun laakeri on voittunut, konetta purkamatta ei pystytä varmistamaan	3 päivää	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian etsintä ja korjaus. Annoetuventtiiliin ja kuularuuvien vaihto tarvittaessa	Vaihdetaan uudet suodattimet öljyn vaihdon yhteydessä	kerran vuodessa	kupit, mek		
				sisäinen voittuminen	vanheneminen	10 vuotta	s	kuularuuvien laakeri voittuu, vika huomataan vasta kun laakeri on voittunut, konetta purkamatta ei pystytä varmistamaan	3 päivää	Hiontakapasiteetin aleneminen, vian etsintä ja korjaus. Annoetuventtiiliin ja kuularuuvien vaihto tarvittaessa	Venttiilin säännöllinen tarkistus ja vaihto tarvittaessa, varaosan hankinta	2 vuoden välein	kupit, mek 10 min	progressiivinen annosteluventtiili	varaosa suositellaan hankittavaksi

Hydrostaattivoitelun RCM-taulukko

Toiminto	Toimin- nallinen vika	Laite/kompo- nentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Suosittelava toimenpide	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Mitä kohteen odotetaan olevan ja millä suorituskyvyllä toiminta häiriintyy tai estyy?	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyitä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuoko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvien ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
Hiomapään hydrostaattivoitelu	hiomakone ei liiku	painekeytkin	painekeytkin ei saavuta painetta	pumppu	pumppu sammunut / voittunut	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan / korjataan pumppu	Korjaava kunnossapito		kupi	Voiteluöljypumppu Vogel 143 012 141, 635214	pumppu ja moottori samassa paketissa
				moottori		10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	8 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan / korjataan moottori	Korjaava kunnossapito		kupi	Voiteluöljypumppu Vogel 143 012 141, 635214	pumppu ja moottori samassa paketissa
				PM-säädin	suodatin	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	2 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan suodatin	Tarkistetaan vuosihuollossa	2 vuoden välein	kupi		
					sisäinen rikkoutuminen	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	6 h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan PM-säädin	Korjaava kunnossapito			PM-säädin, 661650	
				suodatin	tukossa	kerran vuodessa	s	Hionta ei käynnisty	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan suodatin	Ennakkohoito vaihtaa suodattimet kerran vuodessa	kerran vuodessa	ehu	voiteluöljyn suodatin elementti, 635215	Pos. 7 kaaviossa, puhdistaa paineellisen öljyvirtausen
				kuristusventtiili	säätö ryöminyt / väärin säädetty	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, säädetään venttiili uudestaan	Tarkistetaan säätö	kerran vuodessa	kupi		
				letkut/putkisto	letku /putki poikki	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty	2h	Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan letku / putki	Korjaava kunnossapito		kupi		
				öljy	öljy lopussa	10 vuotta	s	Hionta ei käynnisty		Hiontakapasiteetin aleneminen, lisätään öljyä	Tarkistetaan öljymäärä säännöllisesti	viikoittain	käyttö		
					öljy likaantunut	kerran vuodessa	s	Hionta ei käynnisty		Hiontakapasiteetin aleneminen, vaihdetaan öljyt	Ennakkohoito vaihtaa öljyt kerran vuodessa	kerran vuodessa	ehu		

*Hiomakoneiden varaosien osaluetteloista***Kärkipylkän varaosat**

Kärkipylkkä kuva nro 1088135				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
4		Pyyhkijä		1088245
54		Hydrauliikkasyylinteri	ZSF 1600	
63	644178	PYYHKIJÄ	GA 90X100X7/10	
65	614662	Rajakytkin	SN03D08-552	
	635057	Raetimantti		
	665806	Vaihdemoottori	SF37 DT71 D4	
Keskiö kuva nro 1088135				
osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
70-81	663333	Keskiökärki		
70	668612	Kärkipinoli herkules		1015625
70	671539	Kärkipinoli lukitusuralla		1099824
71	609739	Lieriörullalaakeri	NN3008ASK.M.SP	
73	609755	Lieriörullalaakeri	81106-TV	
79	607612	Akselitiiviste	A 40X52X7 NBR DIN 3760	
81	649391	Laakeri	B71904C.T.P4S.UL	
Pinoli kuva nro 1088135 (Herkules)				
osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
15		Hydrauliikkasyylinteri	Typ 122 10000-01	
17		Lukitussylinteri		1088251
19		Jousi	9,5 x 2,0 x 40	
23		O-rengas	52,2x5,7	
24	606571	O-rengas	15,5x2,4 NBR	
Hiomakiven halkaisijan mittalaite kuva nro 1088140				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
20	614659	Rajakytkin	SN01D558	
23	635045	Suojapalje		1094904

**Automaattituen varaosat**

Automaattituki kuva nro 1088139				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
	662393	Automaattituki		1088139
5	664854	Kuularuuvi		
10	651799	Jousi	1.5X17X25.6	
11	651798	Jousi	1.1X9.2X26	
13	666703	Palje		
17	663332	Laakeri	ZKLN 1545 2RS	
18	663531	Hammaspyörä		
19	663530	Hammaspyörä		
20	608134	Hammashihna	345-3M-A-9	
22	662457	Rengas		1094868
36	635969	Liukupala		
37	609312	Akselimutteri KM1	KM1	
50	621228	O-rengas	55X2 NBR 70 SHORE A	
51	621532	V-rengas	TWVA 00180-N6T50 NBR	
53	662228	Tiiviste		1094890
54	662229	Tiiviste		1094891
55	662230	Tiiviste		1094892
56	662231	Tiiviste		1094893
	609329	Varmistuslaatta MB 1	MB1	
	617227	Kiinnityspidike M22-A	M22-A	
	528683	Kosketinelementti M22-K01	M22-K01	
	527916	Kosketinelementti M22-K10	M22-K10	
	536525	VALINTAKYTKIN M22-WK	M22-WK	
Automaattituki				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
542/543	638427	Lähestymiskytkin IY5029	IY5029	
540	651750	LVD-paikka-anturi	D6/00500A-L50	
541	620173	Vahvistin LVDT S7AC	LVDT S7AC	
	651977	Askelmoottori		

**Hiomapään varaosat**

Hiontakara kuva nro 1088138				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
8	661437	Hiontakara		
12	661436	Hiontakaran laakeri (kiven puoli)		
26	661438	hiontakaran laakeri (hihnap.puoli)		
Hiomapään käyttö kuva nro 1088136				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
21	661435	Kiilahihnapyörä (kara)		
16	647061	Kiilahihnapyörä (moottori)		
20	605637	Kiilahihna	SPA 1800	
20	606824	Kiilahihna	XPA 1800	
20	550259	Kiilahihna	SPB 1800 ?	
	651994	Moottori	1PH7 133	
Hiomapää X-akseli kuva nro 1088137				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
1	634953	Kuularuuviakseli x-liike		
26	643247	Hammaspyörä	40H150/TL1610	1088313
27	635976	Hammaspyörä	16 H 150	1088314
29	635990	Hammashihna 390 H 150 ZR	390 H 150 ZR	1088301
29	607887	hammashihna 390-h-150	390-h-150	
Mittalaite (ei kuvaa)				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
	635947	Kiertoakseli		
	635948	Kiertoakselin holkki		
	635202	DIGITAL LENGTH GAUGE	MT12 243 602-06	
	650714	RAJAKYTKIN	EGT1-5000	
	635235	MITTALAITTEEN KÄRKI HERKULES		

**Hiomakelkan varaosat**

Hiomakelkka (Z-akseli) kuva nro 1088133				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
17	634960	Kuularuuvi 2.75M		
23	635988	Hammashihna	HTD 1040-8M-30	
4	609953	Neulalaakeri	ZARN 4075-TN	
19	661439	Hammashihnapyörä	64-8M-30 HTD	
21	643246	Hammashihnapyörä	32-8M-30 HTD	



**Karapylkän varaosat**

Kynsi-istukka kuva nro 1088143				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
	662394	Tarttujapää		1088143
1	652471	Perusrunko	KFE-320/3 473300 D320X67.5	1088143
7	652465	Pidätinrenkas	KFE-320/3 473306	1088143
8	652470	Johdekehä	KFE-320/3 473307 D320X144	1088143
9	652467	Runko	KFE-320/3 473308 D264X29	1088143
10	652468	Laakerirenkas	KFE-320/3 473309 D282X16.9	1088143
11	652469	Mäntä	KFE-320/3 473310 D210X55	1088143
25	662164	LAAKERIHILSY LHS-38/236	LHS-38/236	1025798
88	649410	Neulalaakeri	NA 4900	
	649412	Laakerikuula	5MM DIN 5401	
	635004	Kiinnitysleukasarja		
	666330	Tiivistesarja Röhm tarttujalle		
Karapylkän käyttö kuva nro 1088134				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
	635989	Hammashihna	22 PJ 1439	
1		Hihnapyörä		
18		Hihnalevy		
	607823	AKSELITIIVISTE	A 100X120X12 FPM DIN 3760	
	584189	AKSELITIIVISTE	A 100X120X12 NBR DIN 3760	
	509192	KUULALAAKERI	6020-2Z	
Karapylkän keskiö (Röhm)				
Osa nro	Sako	Nimi	Tyyppi	Kuva
	635946	Pyörivä keskiökärki	TYP.604 HP MK5	
	668606	Neulalaakeri	NK 14/20 95 R4	
	668609	Painelaakeri	51306 E1	
	640407	Tiiviste	SD 40x50x4	
	668608	Viistokuulalaakeri	3206 ATN9/VQ537	
	668611	KÄRKIPINOLI RÖHM	MK5	1088581-4
	609972	NEULALAAKERI	K 81107 TN	
	609756	AKSIAALILIERIÖRULLALAAKERI	GS 81107-TV	

*Päiväseisokeissa tehtävät huoltotyöt*

Kohde	Toimenpide	Havainnot	Tehty
Automaattituki	Paljeen puoleisen pään purku ja puhdistus		
	Haittatapin ja rajojen tarkistus		
Runko	Johteiden ja johdesuojien kunnon tarkastus		
	Vedensyöttölaitteiden ja roiskesuojien tarkastus		
Karapylkkä	Kynsitiivisteiden vaihto		
Kärkipylkkä	Hydrauliikan toiminan, tiiveyden ja järjestelmäpaineiden tarkistus		
Kiven halkaisijamitta	Sisäpuolinen puhdistus		
	Voitelu tarvittaessa		
	Liikkeen herkkyyden tarkistus		
Hiomakelkka	Hydrostaattisen johdevoitelun toiminnan ja järjestelmäpaineiden tarkastus.		
	Z-liikkeen käyttöhihnan kunnon ja kireyden tarkastus		
	Kuularuuvikäytön välysten tarkastus		
	Voitelun toiminnan tarkastus		
Hiomapää	Hiomakaran laakerivälysten tarkistus kiven puolelta (0,06 mm)		

*Vuosihuolloissa tehtävät huoltotyö*

Kohde	Toimenpide	Havainnot	Tehty
<b>Automaattituki</b>	Tuen purku ja puhdistus		
	Kuularuuvien tarkistus		
	Hammaspyörien tarkistus ja vaihto tarvittaessa		
	Hammashihnan tarkistus ja vaihto tarvittaessa		
<b>Runko</b>	Johteiden ja johdesuojien kunnon tarkistus		
	Vedensyöttölaitteiden ja roiskesuojien tarkistus		
<b>Karapylkkä</b>	Moniurahihnan tarkistus ja vaihto 5 vuoden välein		
	Hihnapyörän visuaalinen tarkistus		
	Kuulalaakerin kunnon ja välyksen tarkistus, vaihto 5 vuoden välein		
	Paineiden tarkistus, 6 - 8 bar		
<b>Kärkipylkkä</b>	Lukituspainien tarkistus, pinoli 40 bar, kärkipylkkä 260 bar		
	Hydrauliikan toiminnan, tiiviyden ja järjestelmäpainien tarkistus		
	Pinolin lukitussylinterin tarkistus ja puhdistus, vaihdetaan sylinteri 7 vuoden välein		
	Pinolin puhdistus, kunnon tarkistus ja voitelu. Hiotaan lukitussylinterin aiheuttamat kulumat. Koneistetaan pinolin kiilaurat toiselle puolelle 7 vuoden käytön jälkeen		
	Kärkipylkän lukitussylinterin toiminnan testaus		
	Voitelun toiminnan ja tiiviyden tarkistus		
	Johdesuojien kunnon tarkistus		
	Hammaskiskoja ja -ratat visuaalinen tarkistus		
<b>Kiven halkaisijamitta</b>	Sisäpuolinen puhdistus		
	Voitelu tarvittaessa		
	Liikkeen herkkyyden tarkistus		
<b>Hiomakelkka</b>	Johteiden yhdensuuntaisuuden mittaaminen ja linjaus tarvittaessa		
	Johteiden kunnon tarkistus		
	Hammaspyörien visuaalinen tarkistus		
	Hammashihnan kunnon ja kireyden tarkistus		
	Kuularuuvikäytön välysten tarkistus		
	Hydrostaattisen johdevoitelun toiminnan ja järjestelmäpainien tarkistus.		
	Voitelun toiminnan tarkistus		
<b>Hiomapää</b>	Kiilahihojen kunnon ja kireyden tarkistus		
	Kiilahihojen kunnon tarkistus		
	Laakerivälysten mittaus, kiven puoli 0,06 mm ja moottorin puoli 0,05 mm		
	Johteiden tarkistus		
	Voitelun tarkistus		
	Linjaus		
	Johdesuojien ja -pyyhkiöiden puhdistus / vaihto		
	X-akselin käyttöhihnan kunnon tarkistus		
	Hammashihnapyörien tarkistus		
	Kuularuuvikäytön välysten tarkistus		
<b>Hydrauliikka- ja voitelukoneikot</b>	Putkien ja letkujen kunnon ja tiiviyden tarkistus		
<b>Muut</b>	Roiskesuojien tarkistus		

*Käyttäjäkierrokset*

Kohde	Toimenpide	Tarkistusväli	Havainnot	Tehty
<b>Automaattituki</b>	Puhdistus	3 kertaa päivässä		
	Voitelupatruunoiden tarkistus	Päivittäin		
	Kulutuspalan vaihto	Kuukausittain		
	Voima-anturin kalibrointi Ohje E 41.2155-56.7, sivut 5-6/6	Kuukausittain		
<b>Karapylkkä</b>	Keskiökärjen tarkistus	Päivittäin		
	Kuulalaakerin rasvaus rasvaprässillä	Viikoittain		
<b>Kärkipylkkä</b>	Keskiökärjen tarkistus	Päivittäin		
	Hydrauliikkaöljyn kulutuksen tarkkailu	Päivittäin		
	Voitelun kulutuksen tarkkailu	Päivittäin		
	Puhdistus	Päivittäin		
<b>Hiomakelkka</b>	Hydrostaattivoitelun öljyn kulutuksen tarkkailu	Päivittäin		
<b>Hiomapää</b>	Hiomakaran voitelun tarkistus	Päivittäin		
	Kuularuuvien voiteluaineen kulutuksen tarkkailu	Päivittäin		
<b>Halkaisijamittalaite</b>	Puhdistus	3 kertaa päivässä		
	Voitelun tarkistus	Päivittäin		
	Mittalaitteen liikkeen tarkistus, kiertoakseli, vipuvarsi	Päivittäin		
	Mittapalan kunnon tarkistus	Päivittäin		
	Kalibrointi	Kuukausittain		
<b>Hydrauliikka- ja voitelukoneikot</b>	Käyttäjäkierrokset	Viikoittain		

*Hiomakoneiden ABC-analyysi*

SAKO	Nimike	Hälytyspiste	Toimitusaika	Kulutus ka.	Saldo	Varaston kiertokulku/pv	%-osuus kokonais- kustannuksista	kumulatiivinen %	Luokka	MRP-tyyppi
663333	Keskiökärki	2,000	30	4,4	2,000	83,0	21,5 %	21,5 %	A	Z2
635969	Liukupala	16,000	30	40,8	26,000	8,9	18,8 %	40,3 %	A	Z4
652465	Pidätinrenkas	1,000	30	2,8	5,000	130,4	6,4 %	46,6 %	A	Z2
652471	Perusrunko	1,000	30	1,6	1,000	228,1	5,7 %	52,4 %	A	Z2
635946	Pyörivä keskiökärki	2,000	30	4,0	2,000	91,3	4,5 %	56,9 %	A	Z2
661437	Hiontakara	1,000	30	0,4	5,000	912,5	3,2 %	60,1 %	A	Z2
652467	Runko	1,000	30	0,8	1,000	456,3	2,9 %	63,0 %	A	Z2
652468	Laakerirenkas	1,000	30	1,6	2,000	228,1	2,8 %	65,8 %	A	Z2
651750	LVD-paikka-anturi	4,000	14	6,4	2,000	57,0	2,4 %	68,2 %	A	Z2
651952	Tasapainotuslaite	0,000	14	2,4	5,000	152,1	2,2 %	70,4 %	A	ZD
609739	Lieriörullalaakeri	5,000	14	12,8	29,000	28,5	2,1 %	72,5 %	A	Z4
652470	Johdekehä	1,000	30	1,6	1,000	228,1	2,0 %	74,6 %	A	Z2
635947	Kiertoakseli	2,000	30	0,8	2,000	456,3	1,9 %	76,5 %	A	Z2
635202	DIGITAL LENGTH GAUGE MT12 243 602-06	1,000	14	2,4	2,000	152,1	1,7 %	78,2 %	A	Z4
664854	Kuularuuvi	1,000	14	1,2	1,000	304,2	1,6 %	79,7 %	A	Z2
663332	Laakeri	3,000	14	5,6	12,000	65,2	1,6 %	81,3 %	B	Z4
653733	PÄÄSUODATIN E05457 LASIKUITU	2,000	14	4,4	6,000	83,0	1,5 %	82,8 %	B	Z2
654379	AUTOMAATTIVOITELURASIA LAGD 125/HMT68	10,000	14	58,0	1,000	6,3	1,5 %	84,3 %	B	Z2
652469	Mäntä	1,000	30	0,8	3,000	456,3	1,3 %	85,7 %	B	Z2
653735	KONTROLLISUODATIN E684161	2,000	14	3,6	0,000	101,4	1,2 %	86,9 %	B	Z2
649391	Laakeri	2,000	14	18,4	2,000	19,8	1,0 %	87,9 %	B	Z2
633227	LIITINNIPPA TEMA NO 13210	28,000	7	353,2	3,000	1,0	1,0 %	88,9 %	B	Z4
629790	PALLOVENTTIILI DN25 PN25 G1 SK/SK	13,000	7	79,6	134,000	4,6	0,9 %	89,8 %	B	Z4
635004	Kiinnitysleukasarja	1,000	30	0,8	0,000	456,3	0,8 %	90,6 %	B	Z2
668612	Kärkipinoli herkules	0,000	60	2,8	24,000	130,4	0,8 %	91,4 %	B	ZD
668611	KÄRKIPINOLI RÖHM MK5	0,000	60	7,2	9,000	50,7	0,7 %	92,1 %	B	ZD
653734	PÄÄSUODATIN E05456 POLYESTERI	1,000	14	2,0	5,000	182,5	0,7 %	92,8 %	B	Z4
620173	Vahvistin LVDT S7AC	1,000	14	3,2	1,000	114,1	0,6 %	93,4 %	B	Z4
663531	Hammaspyörä	2,000	30	3,2	1,000	114,1	0,6 %	94,0 %	B	Z4
635219	VOITELUPUMPPU VOGEL MFE5/BW7	1,000	30	0,8	0,000	456,3	0,5 %	94,5 %	B	Z2
666330	Tiivistesarja Röhm tarttujalle	2,000	14	1,6	1,000	228,1	0,5 %	95,0 %	B	Z2
635215	VOITELUÖLJYN SUODATINELEMENTTI 169400035	3,000	30	6,4	0,000	57,0	0,4 %	95,4 %	C	Z2
635057	Raetimantti	1,000	30	2,0	1,000	182,5	0,4 %	95,8 %	C	Z4
638427	Lähestymiskytkin IY5029	1,000	14	6,4	7,000	57,0	0,3 %	96,1 %	C	Z2
550259	Kiilahiha	11,000	14	39,2	30,000	9,3	0,3 %	96,5 %	C	Z4
527916	Kosketinelementti M22-K10	61,000	30	155,6	165,000	2,3	0,3 %	96,8 %	C	Z4

663530	Hammaspyörä	2,000	30	2,4	1,000	152,1	0,3 %	97,1 %	C	Z4
635948	Kiertoakselin holkki	0,000	30	0,8	0,000	456,3	0,3 %	97,4 %	C	ZD
605637	Kiilahiha	11,000	14	40,0	8,000	9,1	0,2 %	97,6 %	C	Z4
629449	PALLOVENTTIILI DN10 PN25 G3/8 SK/SK	16,000	7	46,8	34,000	7,8	0,2 %	97,9 %	C	Z4
609755	Lieriörullalaakeri	5,000	14	12,4	7,000	29,4	0,2 %	98,1 %	C	Z4
633234	LIITINNIPPA TEMA NO 1310	14,000	7	166,4	15,000	2,2	0,2 %	98,3 %	C	Z4
629800	PALLOVENTTIILI 3763120 R1/4 PN40 HKE	0,000	7	34,0	1,000	10,7	0,2 %	98,5 %	C	ND
617227	Kiinnityspidike M22-A	22,000	30	183,6	6,000	2,0	0,2 %	98,7 %	C	Z2
668608	Viistokuulalaakeri	1,000	14	8,0	2,000	45,6	0,2 %	98,9 %	C	Z2
609972	NEULALAAKERI K 81107 TN	1,000	14	16,4	2,000	22,3	0,2 %	99,1 %	C	Z2
528683	Kosketinelementti M22-K01	42,000	30	76,4	133,000	4,8	0,2 %	99,2 %	C	Z4
509192	Kuulalaakeri 6020-ZZ			2,8		130,4	0,1 %	99,3 %	C	
668609	Painelaakeri	0,000	14	8,0	3,000	45,6	0,1 %	99,4 %	C	ZD
635989	Hammashihna	1,000	30	0,4	5,000	912,5	0,1 %	99,5 %	C	Z2
635990	Hammashihna 390 H 150 ZR	1,000	30	0,4	5,000	912,5	0,1 %	99,5 %	C	Z2
662228	Tiviste	1,000	14	0,8	15,000	456,3	0,1 %	99,6 %	C	Z2
629087	PUTKINIPPA DN25 R1 ST MUSTA	12,000	7	87,6	10,000	4,2	0,1 %	99,6 %	C	Z4
668606	Neulalaakeri	0,000	14	8,0	6,000	45,6	0,0 %	99,7 %	C	ZD
609756	AKSIAALIERIÖRULLALAAKERI GS 81107-TV	4,000	14	7,6	1,000	48,0	0,0 %	99,7 %	C	Z4
649410	Neulalaakeri	1,000	14	3,6	2,000	101,4	0,0 %	99,8 %	C	Z4
607612	Akselitiiviste	13,000	7	22,4	57,000	16,3	0,0 %	99,8 %	C	Z2
647590	SUODATIN FC-7005.Q.020.BK	1,000	14	0,4	2,000	912,5	0,0 %	99,8 %	C	Z2
607823	AKSELIITIVISTE A 100X120X12 FPM DIN 3760	1,000	7	0,8	16,000	456,3	0,0 %	99,9 %	C	Z2
648257	ÖLJYNSUODATIN W 920	1,000	14	2,8	1,000	130,4	0,0 %	99,9 %	C	Z4
584189	AKSELIITIVISTE A 100X120X12 NBR DIN 3760	1,000	7	4,8	10,000	76,0	0,0 %	99,9 %	C	Z2
640407	Tiviste	0,000	7	5,2	8,000	70,2	0,0 %	99,9 %	C	ZD
608134	Hammashihna	2,000	14	5,6	2,000	65,2	0,0 %	99,9 %	C	Z2
662457	Rengas	4,000	14	0,4	1,000	912,5	0,0 %	99,9 %	C	Z2
536525	VALINTAKYTKIN M22-WK	1,000	14	1,6	2,000	228,1	0,0 %	100,0 %	C	Z4
649412	Laakerikuula	0,000	14	140,0	2,000	2,6	0,0 %	100,0 %	C	Z4
629100	PUTKINIPPA DN8 R1/4 ST MUSTA	2,000	7	14,4	3,000	25,3	0,0 %	100,0 %	C	Z4
607887	hammashihna 390-h-150	1,000	30	0,4	1,000	912,5	0,0 %	100,0 %	C	Z2
609312	Akselimutteri KM1	1,000	7	6,0	6,000	60,8	0,0 %	100,0 %	C	Z4
648256	ÖLJYSUODATIN W 712	2,000	7	2,4	1,000	152,1	0,0 %	100,0 %	C	Z2
629088	PUTKINIPPA DN10 R3/8 ST MUSTA	2,000	7	8,4	2,000	43,5	0,0 %	100,0 %	C	Z4
622889	MUHVI DN10 R3/8 TAKORAUTA	5,000	7	42,8	0,000	8,5	0,0 %	100,0 %	C	Z4
644178	PYYHKIJÄ GA 90X100X7/10	1,000	30	0,4	3,000	912,5	0,0 %	100,0 %	C	Z4
609329	Varmistuslaatta MB 1	1,000	7	3,2	24,000	114,1	0,0 %	100,0 %	C	Z2

606571	O-rengas	2,000	7	1,6	131,000	228,1	0,0 %	100,0 %	C	Z2
666703	Palje	0,000	60	2,0	1,000	182,5	0,0 %	100,0 %	C	ZD
662394	Tarttujapää	0,000	30	0,0	0,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
634960	Kuularuuv	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635155	Hiomakiven keskiö D 203	1,000	30	0,0	3,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
634953	Kuularuuviksi x-liike	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635235	MITTALAITTEEN KÄRKI HERKULES	2,000	14	0,0	2,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
609953	Neulalaakeri	0,000	14	0,0	2,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
662230	Tiiviste	1,000	14	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
614659	Rajakytkin	1,000	14	0,0	0,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
662231	Tiiviste	1,000	14	0,0	3,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z4
662229	Tiiviste	1,000	14	0,0	0,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
643247	Hammaspyörä	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
662164	LAAKERIHILSY LHS-38/236 OK-1025798-4	1,000	30	0,0	2,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635976	Hammaspyörä	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
637903	SUODATIN C2356/5 MANN	2,000	14	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
643246	Hammasihnapyörä	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
651953	Puristusjousi	3,000	14	0,0	5,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
606824	Kiilahihna	1,000	30	0,0	2,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
662393	Automaattituki	0,000	30	0,0		0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
671539	Kärkipinoli lukitusuralla	0,000	60	0,0		0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
614662	Rajakytkin	0,000	14	0,8	3,000	456,3	0,0 %	100,0 %	C	ZD
621228	O-rengas	2,000	14	0,8	3,000	456,3	0,0 %	100,0 %	C	Z2
621532	V-rengas	1,000	14	0,4	15,000	912,5	0,0 %	100,0 %	C	Z2
634988	Holkki	2,000	30	0,0	8,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635045	Suojapalje	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635160	Ohjaintappi	2,000	30	0,0	3,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635213	Voiteluöljypumppu Vogel 143 012 100	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635214	VOITELUÖLJYPUMPPU VOGEL 143 012 141	0,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
647061	Kiilahihnapyörä (moottori)	1,000	30	0,0	3,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
650714	RAJAKYTKIN EGT1-5000	1,000	14	0,4	2,000	912,5	0,0 %	100,0 %	C	Z2
651798	Jousi	0,000	14	0,0	2,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
651799	Jousi	1,000	14	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
661435	Kiilahihnapyörä (kara)	1,000	30	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
661436	Hiontakaran laakeri (kiven puoli)	0,000	30	0,0		0,0	0,0 %	100,0 %	C	ND
661438	Hiontakaran laakeri (hinnap.puoli)	0,000	30	0,0		0,0	0,0 %	100,0 %	C	ND
661439	Hammasihnapyörä	0,000	30	0,0		0,0	0,0 %	100,0 %	C	ZD
661650	PM-SÄÄDIN 08.06.004.22.9	1,000	14	0,0	1,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2
635988	Hammasihna	1,000	30	0,0	5,000	0,0	0,0 %	100,0 %	C	Z2

*Kriittisyyden painoarvon ja kertoimen valintataulukko*

Kriittisyystekijä	Painoarvo	Kerroin	Lisätietoja kertoimen valintaan	Määritysajat esim.
<b>Kriittisyys prosessin kannalta</b>	<b>30</b>	0	Pysähtymisellä ei merkitystä osaston tuotannolle	Ei seisokkia
		2	Lyhyt seisokki, vähäinen tuotannon menetys, järjestelyvaraa, käyttövalmis varalaite	Seisokki < 2 h
		4	Lähes työvuoron seisokki, merkittävästi tuotannon menetystä, jonkin verran järjestelyvaraa, ei varalaitetta	Seisokki 2...8 h
		6	Laaja seisokki, suuri tuotannon menetys, vähän järjestelyvaraa, ei varalaitetta	Seisokki 8...24 h
		10	Osaston täydellinen pysähtyminen, pitkä korjausaika, huono varaosien saatavuus	Seisokki > 24 h
<b>Häiriöherkkyys</b>	<b>25</b>	0	Varmakäyntinen	Vikaväli > 5 vuotta
		2	Vähäisiä häiriöitä	Vikaväli 1...5 vuotta
		4	Häiriöherkkä	Vikaväli < 1 vuosi
		8	Erittäin häiriöherkkä	Vikaväli < 3 kk
<b>Huollettavuus, luoksepäästävyys</b>	<b>15</b>	1	Hyvät, kohtuulliset, lattiatasolla	Huoltoaika < 2 h
		2	Kosteutta, likaa, syrjässä, kuuma tai hankala luoksepäästävyys	Huoltoaika 2...8 h
		4	Erittäin kuuma, märkää, likaa, kaasuja, tai luoksepäästävyys käynnin aikana lähes mahdoton	Huoltoaika 8...24 h
		8	Erittäin ankarat olosuhteet tai paikalle ei pääse laitetta purkamatta	Huoltoaika > 24 h
<b>Turvallisuus, terveys, ympäristö</b>	<b>10</b>	0	Ei vaikutuksia tai hyvin vähäinen haitta/riski	
		4	Kohtalainen haitta/riski. (esim. ensiapua, osaston sisäinen ympäristövahinko, pieni tulipalo / sammutus itse)	
		12	Vakava haitta/riski. (esim. terveysasemakäynti, osaston ulkoinen ympäristövahinko, tulipalo / oma paloryhmä)	
		50	Erittäin vakava haitta/riski (esim. pysyvä vamma, laajamittainen ympäristövahinko, tulipalo / palokunta)	
<b>Laatu</b>	<b>20</b>	0	Ei vaikutusta tuotteen laatuun. Priimalaatu.	
		2	Vähäisiä laatuvirheitä tuotteissa.	
		4	Laatuvirheitä tuotteissa. Vaatii korjauskäsittelyä.	
		6	Vakavia laatuvirheitä tuotteissa. Osa virheellisistä tuotteista on romutettava.	
		10	Erittäin vakava laatuvirhe. Kaikki tuotteet on romutettava kokonaan laatuvirheen vuoksi.	



